

平成 22 年 5 月 31 日現在

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2009

課題番号：20700492

研究課題名（和文） 低酸素環境への累積的な間欠曝露を利用したトレーニング処方の開発

研究課題名（英文） Development of training approaches using accumulated intermittent exposure to hypoxia

研究代表者 榑屋 光男

(NEYA MITSUO)

東京大学・大学院総合文化研究科・助教

研究者番号：30359640

研究成果の概要（和文）：

低酸素環境への累積的な間欠曝露を利用した効果的なトレーニング方法の開発のため、低酸素への曝露期間、酸素濃度、曝露時間などを検討することが必要であった。そのため、本研究では先行する報告を参考として、標高 1300m における 21 日間の睡眠時標高 3000m 相当の人工低酸素環境への間欠曝露の効果を検討した。実験期間中の被験者数の減少により、統計的な十分な検討ができなかった。持久性競技では最大下強度における酸素摂取量の低下（運動エコノミーの改善）が競技パフォーマンスとして大きな要因となると考えられるが、平均値として低下の傾向がみられた。

期間後に低酸素曝露群については有意ではないものの総ヘモグロビン量が平均として増加したことから、本来ヘモグロビン量が一般成人よりも多い持久性の競技者でも、今回の人工低酸素環境を併用した 3 週間程度の高地トレーニングでヘモグロビン量の増大とそれに伴う有酸素性運動能力の亢進の可能性を期待することもできると考えられる。今後例数を増やして評価をすることが重要と考えられる。

研究成果の概要（英文）：

To develop the effective training approaches using accumulated intermittent exposure to hypoxia, it was necessary to investigate the time and term of exposure to hypoxia and oxygen concentration. Therefore the study investigated the effects of nightly intermittent exposure to simulated altitude (=3000m) at 1300 meters above sea level referring to previously reported studies. Unfortunately the statistic significance could not be found due to the reduction of subjects during the studies. But a mean values of oxygen uptake at submaximal intensities which was regarded as exercise economy was decreased.

After the intervention, although it was not significant, mean total hemoglobin mass of exposure to hypoxia group was increased. It was possible that the increase of total hemoglobin mass and aerobic performance of highly trained endurance athletes would be achieved by the three week altitude training combined with intermittent exposure to simulated altitude. It is essential to investigate these effects using sufficient numbers of subjects.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2008 年度	2,000,000	600,000	2,600,000
2009 年度	1,100,000	330,000	1,430,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：トレーニング科学

1. 研究開始当初の背景

低酸素環境でのトレーニングによる効果の報告の多くは高地滞在や連続的な低酸素曝露に関するものであり、間欠的な低酸素環境曝露を利用したトレーニング方法の適切な処方に関する研究は極めて少なく、効果の有無も報告により差が生じており、確定的な処方が確立されていない。さらに、低酸素環境への曝露時の生理反応の個人差を考慮した間欠的低酸素曝露トレーニングの研究はほとんどなく、処方が揭示されるには至っていない。

特に、近年低酸素を用いたさまざまなトレーニング方法がある中で、効果の有無に大きな影響を与える低酸素環境への曝露期間、曝露時間、曝露頻度、トレーニング強度設定などの具体的な処方についての検討は結論が得られていなかった。

2. 研究の目的

本研究の目的は間欠的な低酸素環境曝露をもちいた運動パフォーマンスを向上させるトレーニング処方を開発することである。特に、近年低酸素を用いたさまざまなトレーニング方法がある中で、効果の有無に大きな影響を与える低酸素環境への曝露期間、曝露時間、曝露頻度、トレーニング強度設定および曝露する低酸素環境の濃度などの具体的な処方を揭示することである。適切なトレーニング処方が揭示されれば人工低酸素環境への間欠的な曝露を伴うトレーニングにより、運動パフォーマンスの向上を期待することができると考えられる。そのうえで、平地における競技パフォーマンス向上の達成のために、人工低酸素環境への曝露にはどれほどの期間と時間が必要かを検討するため、検証を行った。

3. 研究の方法

＜対象者、期間およびトレーニング内容＞
持久性競技選手を対象としてとして標高1300mにおいて21日間の合宿を行った。対象者のうち、5名(HYP群)は夜間睡眠時

(約9～10時間)に人工低酸素環境下(標高3000m相当)に滞在し、残りの5名(CON群)は通常環境に滞在した。

期間中、昼間のトレーニングは標高1300m～1800mで実施した。

＜期間前後の測定および評価＞

最大酸素摂取量、総ヘモグロビン量の測定を行い、これらを効果の評価の基準とした。これらの測定は実験期間の2週間から3日前までに、また、実験期間の7日から10日後までにそれぞれ実施した。さらに、実験期間の前に早朝空腹時の血液検査も実施した。

＜実験期間の測定＞

実験開始前と実験期間中の早朝に空腹時の採血を実施した。

血液検査項目は血球計算、エリスロポエチン、血清鉄、フェリチンなどであった。

4. 研究成果

＜最大下強度における酸素摂取量および最大酸素摂取量＞

HYP群については期間後に平均値としては酸素摂取量の低下(ウォーキングエコノミーの向上)が見られたが、CON群同様期間の前後で有意な差は認められなかった。最大酸素摂取量は有意な差は認められなかった。

＜血液性状＞

ヘモグロビン濃度はHYP群は6日目までCON群よりも有意に高い値となった。その後も一時両群間で差がなくなることもあったが、全体を通してHYP群が高い傾向が見られた。

エリスロポエチン濃度は両群ともに滞在2日目では期間前と比較して有意に高い値を示した。また、10日目までの値は両群間で比較するとHYP群で高い傾向が見られた。期間の経過とともに両群共に低下傾向を示し、両群間の差は17日目には消失していた。

＜総ヘモグロビン量の変化＞

CON群の体重当たりの総ヘモグロビン量は期間前が $15.5 \pm 1.5 \text{g/kg}$ 、期間後が $15.1 \pm 1.4 \text{g/kg}$ で有意な変化は認められなかった。一方、HYP群は期間前が $14.6 \pm 1.1 \text{g/kg}$ 、期間後が $15.6 \pm 0.9 \text{g/kg}$ で平均としては増加

したが、有意な増加は認められなかった。

最大下および最大運動時の酸素摂取量の変化は、被験者数および測定実施数の不足から十分な検討ができなかった。持久性競技では最大下強度における酸素摂取量の低下（運動エコノミーの改善）が競技パフォーマンスとして大きな要因となると考えられる。低酸素環境曝露により最大下強度における酸素摂取量の低下は報告されていることもあり、この点について今後例数を増やして評価をすることが重要と考えられる。血液性状については、低酸素環境に継続的に曝露されたことにより、HYP 群ではヘモグロビン濃度の上昇が6日目まで見られた。脱水による血液濃縮が最大の要因と考えられるが、その後は順化の傾向がみられたが、それでも CON 群と比較すると継続して高い傾向であった。

エリスロポエチンは滞在初期には両群とも上昇した。標高 1200m であってもエリスロポエチンの上昇を刺激することが示唆された。HYP 群の上昇は CON 群を上回るものであり、増血刺激は HYP 群のほうが大きかったものと考えられる。しかし、両群共に経過と共に下の水準に戻る傾向が認められ、1200m の高地あるいは人工低酸素環境への順化が認められた。

期間後に HYP 群については有意ではないものの総ヘモグロビン量が平均として増加したことから、本来ヘモグロビン量が一般人よりも多い持久性の競技者でも、今回の人工低酸素環境を併用した3週間程度の高地トレーニングでヘモグロビン量の増大とそれに伴う有酸素性運動能力の亢進の可能性を期待することもできると考えられる。高いパフォーマンスを有する競技者の例数を増やして検討することが必要と考えられる。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計1件）

禰屋光男、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、デサントスポーツ科学、査読有、30 巻、2009、24-32

〔学会発表〕（計3件）

① Neya Mitsuo、The training for enhancement of performance using altitude (1,300-1,800m) and simulated altitude (3,000m) in Japan、2009 China Duoba International Forum on Altitude Training and Health China

Sport Science Society、2009年8月、中国青海省 多巴

② Neya Mitsuo、The research on the effects of hypoxia/altitude training on competitive sports (the strategies of Japan)、International hypoxia/altitude training symposium、2009年6月中国北京

③ 禰屋光男、佐々木一茂、班目春彦、蒔苗裕平、間欠的人工低酸素環境曝露を伴う筋力トレーニングによる筋力の変化、第64回日本体力医学会大会、2009年9月、新潟県新潟市

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

○取得状況（計0件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1)研究代表者

禰屋 光男 (NEYA MITSUO)

東京大学・大学院総合文化研究科・助教
研究者番号：30359640

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(3)連携研究者 ()

研究者番号：