

平成 21 年 4 月 20 日現在

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2007～2008

課題番号：19500561

研究課題名（和文） 中・高齢者の低酸素環境下（低酸素室）の運動がエネルギー消費量及び筋に及ぼす影響

研究課題名（英文） The effect of exercise under hypoxia condition (hypoxia room) in middle aged and elderly on energy expenditure and muscle metabolism

研究代表者 松岡 敏男 (MATSUOKA TOSHIO)

岐阜大学・大学院医学系研究科・教授

研究者番号：30157276

研究成果の概要：

平成 19 年度は中・高齢者 26 名を対象に常酸素環境下と低酸素環境下において同運動強度の運動を行い、その運動による低酸素環境下での運動の影響を検討した。平成 20 年度は同じく中高齢者 15 名を対象として常圧低酸素環境下（標高 2,200m 相当、酸素濃度 16%）でトレーニングを行う群（8 名）と常酸素環境下でトレーニングを行うコントロールトレーニング群（7 名）とに分類して研究を行った。各被験者グループは週 2 回、約 3 ヶ月間のトレーニングを行い、そのトレーニング前後の運動による変化の測定を行った。測定項目は形態（体重、体脂肪率等）、血液性状（血糖、インスリン、GH、アディポネクチン等）、近赤外線分光法、主観的運動強度、SP02 血中乳酸などの測定を行った。

低酸素環境下でトレーニングした群では 3 ヶ月のトレーニング後には成長ホルモン、インスリンなどに改善が見られた。またトレーニング中の心拍数、血中乳酸値、主観的運動強度から総合的に判断しても、低酸素環境下で行う運動は生活習慣病や糖尿病などに有効であると思われる、中高齢者の運動形態としては適切と思われる。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,200,000	660,000	2,860,000

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：低酸素環境・中・高齢者

1. 研究開始当初の背景

(1) 低酸素環境下における運動（高地または人工的低酸素環境下）については、主に持久的競技者が有酸素性能力の向上を目的として行うことが多く、また持久的な指標に関する研究がほとんどであった。しか

し低酸素環境という環境だけを考えると、別段有酸素性能力の向上だけの目的に特化する必要はないと考えられる。トレーニング環境としてはすでに環境そのものが強負荷状況として考えると、常圧低酸素環境における運動に関する研究と同じように無酸素性運動を主体とした運動

のトレーニングの効果を検討することも重要だと考えられた。これらの研究も最近始められてきたところである。しかしながら有酸素性や、無酸素性どちらのトレーニングに関しても低酸素環境下の研究は競技者の競技力向上に関するものがほとんどであり、他への応用がほとんどなされていない。

(2) 高度そのものが増すことにより負荷が強くなることを利用して、競技者はトレーニングを行っているが、いまだすべてが科学的に解明されているわけではない。

近年の高齢社会において、運動の重要性は科学的なデータの蓄積も多くなってきた。中・高齢者は生活習慣病の予防のために、日頃からウォーキングなどの運動を中心に、肥満の解消や生活習慣病の改善にエネルギーの消費を行っている。

1日300kcalを消費するには一万歩程度歩く必要があり、時間的には約1時間30分の時間が必要であり、長時間を有する。そのためせつかくの運動効果が出る前に運動をあきらめてしまうケースが多く見受けられる。ウォーキング自体それほどエネルギー消費が多くなく、エネルギーを消費するためには多くの時間や、運動強度を上げなければならない。そのためにウォーキング速度を早くしたり、長い時間の運動は身体的な負担が多く、障害に結びつくことが考えられる。

そのため中高齢者の健康増進を目的とした運動を低酸素環境下で行うことで、より効果的に目的を達成できることができるのでは、また利用できるのではないかと考え、この環境を利用を検討することを考えた。

そのため、運動そのものの形態が変わらず、運動負荷だけが増加する低酸素環境はこれらの条件を満足しており、十分な可能性があると思われる。しかし、低酸素環境下を利用した高齢者の健康増進に関する研究は見受けられない。今後、更なる高齢化社会に向けて、高齢者のQOLの向上、さらに介護の世話にならない自分で生活できるようになることが重要課題である。

高地環境での生活は高齢者にとって今後生活の幅を広げる上で、重要と思われるが、現在の段階ではほとんど研究されていない。このことを研究することは大いなる意義があると思われる。

2. 研究の目的

本研究の目的は常圧低酸素環境下での運動と常圧低酸素環境下での運動が高齢者の身体生理機能に対してどのような影響を及ぼすかを検討することである。また、低酸素環境下でのトレーニングが中高齢者にとって効果的であるかを検討するも

のである。高地環境下の研究は運動競技者のパフォーマンスに関するものがほとんどであり、高齢者に関して高地環境下での運動について有効性安全性に関する研究報告はほとんど見当たらない。中高齢者の高地環境下のトレーニングが身体的形態、血液性状、筋肉酸素動態など生理的指標にどのような影響があるかを明らかにすることにより、低酸素環境下での運動の有効性、安全性、可能性が明らかになるものと思われる。

3. 研究の方法

(1) 目的を達成するために、19年度は26名の中高齢者を対象に低酸素環境下と常酸素環境下で同じ運動強度による測定を行い、環境の違いによる生理的指標の違いを中心に検討した。

20年度は中高齢者(平均63.4歳)15名を対象とし、トレーニング降下の検討を行った。15名の被験者を低酸素室を利用者してトレーニングを行う群(8名)と常酸素環境下でトレーニングを行う群(7名)の2グループに分けた。

各グループともにトレーニングの頻度は週2回、約3ヶ月間のトレーニング期間とした。低酸素利用トレーニング群は大学に設置されている常圧低酸素室(図1)を利用してトレーニングを実施した。



図 1

常圧低酸素環境は標高2,200m相当(酸素濃度16.0%)に設定した。この高度は日本において一般の高齢者が十分に活動でき、利用できる高度である。常酸素環境でトレーニングを行う群に関しては、自宅にて低酸素環境群と同じように週2回、1時間程度の運動を約3ヶ月間行った。この群は非監視下であるが、1つに一度大学に来てトレーニングを行うことを義務付け、日常での運動記録を提出させた。

研究協力者には実験の趣旨を十分に説明し、参加の同意を得た。しかし、そのうち一人はメディカルチェックにて不整脈があり、対象外とした。研究については岐阜大学大学院医学研究科の倫理委員会の承認を得ている。

(2) 被験者はトレーニングを開始する前とトレ

トレーニング終了後した時点において形態測定、血液性状、近赤外線分光器を使用した筋内酸素動態、心拍数、血中乳酸、自覚的運動強度、エネルギー消費量などの測定を行った。測定に使用した運動プロトコールは常酸素環境、低酸素環境ともに呼気ガス測定装置を着装後はトレッドミルの上に置かれた椅子に座り、安静を保った。その後30分間の歩行運動を行い、運動終了後の10分間はまた椅子の上で安静を保った。歩行運動強度は被験者が通常歩いている速度より、少し速めの速度とした。(通常速度を100%としたときの110%の速度) 通常のトレーニングは常酸素環境下でのトレーニング群は非監視下で週2回のウォーキングを課した。運動時間は1時間程度とし、通常行っている速度で運動するように指示をした。また、1ヶ月ごとに大学に来ていただき、運動実施資料の提出と、大学での歩行運動を行った。

4. 研究成果

結果については、低酸素環境下でトレーニングを行った群(T群)、常酸素環境下でトレーニングを行った群(NT群)について比較検討を行った。形態測定(体脂肪率、体重、BMI)、血糖、中性脂肪、遊離脂肪酸、アディポネクチン、筋内酸素動態(大腿部)では、トレーニング終了時の変化では体脂肪率がT群 18.2 ± 4.1 、NT群 23.6 ± 3.8 で両群間に有意な差($P < 0.01$)が認められたが、身長、体重、BMIに関してはトレーニング後も両群に差がなかった。

血液検査項目に関しては、NT群では運動前後の比較においても有意な差が見られなかった。T群についてはトレーニング前後の結果はインスリン、成長ホルモンに有意な差が見られた($P < 0.05$)。その他の血液性状(遊離脂肪酸、中性脂肪、血糖、アディポネクチン)に関してはトレーニング前後において有意な変化がなかった。

近赤外線分光法に関して、運動前後の酸素動態を比較したが、常酸素環境下、低酸素環境下とも変化がなかった。

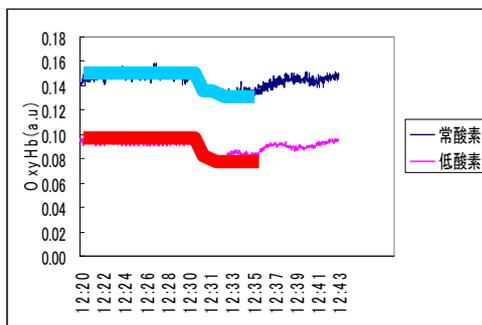


図 2

酸素摂取及びエネルギー消費量に関しては現在分析中である。

低酸素室トレーニング群は30分のトレーニング中のトレッドミル歩行中におけるSPO₂、血中乳酸、主観的運動強度、血糖などの測定を行った。測定結果は低酸素環境下の方が常酸素環境より増加傾向が見られたが、両群ともに運動時間経過の変異は同様の傾向を示した。運動強度に関しては低酸素環境下であっても運動時でも「楽である」(11 Borg 指標)であった。

血中乳酸に関してはNT群の低酸素環境下の運動終了時に上昇を示した($P < 0.05$)が、T群では常・低酸素環境下ともに 2mmol/l 以下であり、運動強度としてはA・T以下の運動であった。また、呼吸数や心拍数、酸素摂取量では低酸素環境下で増加が見られたが、有意な差はなかった。

考察: これらの結果より低酸素環境下(常圧低酸素室利用一標高2200m程度、酸素濃度16.0%)でのトレーニングはインスリンや、成長ホルモンなどの活性を高め、肥満防止や、糖尿病予防に有効な運動である可能性が示唆された。また、心拍数などの変動も少なく、自覚的運動強度などに関しても、常酸素環境下の運動と同じ感覚であり、乳酸の上昇も見られないことから低地の運動とほとんど同様に行われ、低酸素の影響なく運動が行われた。

まだエネルギーに関するデータをまとめてないため、はっきりしたことはいえないが、同じ運動時間でありながら、常酸素環境下での消費エネルギーより多くのエネルギー消費量を見込まれるために、運動時間に関しては短い時間で活動することで、障害予防に対しても効果的と思われる。

しかし、別の実験では更なる低酸素環境下での激しい運動では、運動終了後に被験者にはかなりの負担があり、回復までには時間がかかった。

今後の課題としては、運動を行う上で、何らかの低酸素環境状態で行うため、旅行や移動を伴う必要がある。日常で行えるような運動形態でないことが不便である。また運動効果の継続を考えるとたびたび登山を行うことはなかなか実行しづらいことであり、効果の持続という点では今後の検討課題であると思われる。

またいかなる酸素濃度で、どの程度の時間が適切化のど多くの問題がある。

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)

[学会発表] (計 2件)

(1) 中高齢者の健康増進を目的とした低酸素下の運動効果について：第 29 回日本登山医学会 松岡敏男、渡邊恒夫、加藤義弘、藤本元、杉森弘幸、川瀬晴美、宮本敬、川地慎一、山田英徳、長崎幸雄
2009. 5. 30 東京・品川

(2) 中高齢者に対する健康増進を目的とした常圧低酸素下トレーニングの効果について：日本体力医学会、松岡敏男、渡邊恒夫、加藤義弘、藤本元、杉森弘幸、小栗和雄、川瀬晴美、宮本敬、川地慎一、山田英徳、長崎幸雄
2009. 3. 16 名古屋大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松岡 敏男 (MATSUOKA TOSHIO)
岐阜大学・大学院医学系研究科・教授
研究者番号：30157276

(2) 研究分担者

加藤 義弘 (KATO YOSHIHIRO)
岐阜大学・大学院医学系研究科・助教
研究者番号：10313876

(3) 連携研究者

宮本 敬 (MIYAMOTO KEI)
岐阜大学・大学院医学系研究科・
准教授
研究者番号：20313885

川地 慎一 (KAWACHI SHINICHI)
岐阜大学・大学院医学系研究科・助教
研究者番号：60397338

藤本 元 (FUJIMOTO HAJIME)
環太平洋大学・体育学部・講師
研究者番号：35314701