

平成 21 年 5 月 28 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2008
 課題番号：19500616
 研究課題名（和文） メタボリックシンドローム予防・改善のための運動プログラム開発
 研究課題名（英文） Development of exercise program for metabolic syndrome
 研究代表者
 江崎 和希（ESAKI KAZUKI）
 東京医科大学・医学部・研究員
 研究者番号：90375478

研究成果の概要：本研究はメタボ改善と運動プログラムとの関係について検討しました。対象は自転車運動群、エアロビクスと筋力づくり運動を行う複合運動群、コントロール群の3群とし、1回30分、週3回を12週間行いました。結果として、3群とも体重、体脂肪、血中成分に大きな変化はみられず、群間に差がみられませんでした。しかしながら、複合運動群の腹部周囲計が有意に減少を示しました。今後は長期間の運動指導を行っていきたいと考えています。

交付額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	2,200,000	660,000	2,860,000
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：運動生理学

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学，応用健康科学

キーワード：メタボリックシンドローム、運動トレーニング、血中アディポネクチン

1. 研究開始当初の背景

メタボリックシンドロームの改善には食事と運動による生活全般の改善が必須であり、食事制限による骨格筋でのインスリン感受性改善やエネルギー消費更新、そしてそれらの結果として体重の適正化などが中心となる。

肥満のメカニズムに関しては最近の研究により、メタボリックシンドロームと密接に関連しているタンパク質「アディポネクチン」が発見された。脂肪細胞からの内分泌因子であるアディポサイトカインには「善玉ア

ディポサイトカイン（アディポネクチン）」と動脈硬化を促進させる「悪玉アディポサイトカイン（PAI-1やTNF- など）」がある。

正常な状態では、これら善玉・悪玉アディポサイトカインの分泌はバランスが保たれているが、内臓脂肪が蓄積した状態では、善玉アディポサイトカインの分泌が減り、悪玉アディポサイトカインが過剰に分泌され、この分泌の乱れが生活習慣病を招き、メタボリックシンドロームを発展させると考えられている。しかしながら、食事療法や薬物療法に関してはメタボリックシンドロームへの

有効性を示すエビデンスが集積されているが、運動の効果についてのエビデンスは十分とはいえない。

これまで運動の効果については、Kraemer et al. (2003)は、健康な被験者に短時間のランニングを行っても血中アディポネクチン濃度は変わらない。また、長時間運動トレーニングにおいても変化がない(Yatagi ら, 2003)と報告している。一方、Kriketos ら (2004)は、低中強度の運動を行うことでベースラインの260%も増加したと述べている。このように運動による血中アディポネクチンの変化は研究者によって異なり、不明な点が多いのが現状である。

2. 研究の目的

本研究では、肥満者を対象とし食事指導と中程度の有酸素運動トレーニング群と有酸素運動と筋力づくり運動を組み合わせた複合運動トレーニング群の2群に12週間のトレーニングを行い、体重、体脂肪率、臍部周囲径の減少、アディポネクチンの増加やレプチンの減少など肥満関連因子の変化、さらに骨格筋の有酸素能の改善を目的とし、トレーニングプログラムとの関係について検討することを目的とした。また、対象として食事指導のみをコントロール群とした。予想される結果として、有酸素運動トレーニングのみでは血中アディポネクチン濃度は変わらないが、複合トレーニングを行うことで血中アディポネクチン濃度は、増加するものと思われる。

3. 研究の方法

研究遂行にあたり、東京医科大学倫理委員会の承諾を受け、トレーニング会場およびトレーニング機器の確保を行った。被験者はメタボリックシンドローム対象者および予備群とし、研究の内容を十分に説明したのち、承諾を得た上で行った。被験者には中等度の有酸素運動と筋力づくり運動を組み合わせた複合運動トレーニング群8名、有酸素運動トレーニング群5名およびコントロール群9名の3群とした。なお、すべての群は食事調査および食事指導を行った後に運動を開始した。運動トレーニングの内容は、複合運動トレーニング群：ウォーミングアップ、エアロビクスダンス、ボールや体重を使った筋力づくり運動、ストレッチとする教室形式とした。運動時間および運動頻度は、1回30分、週3回を12週間の合計36回とした。有酸素運動群：自転車運動を主体とし、負荷強度は最大酸素摂取量の50%強度にて行った。運動時間および運動頻度は、1回30分、週3回を12週間、合計36回とした。また、コントロール群は運動を行わず、食事指

導のみとした。トレーニング前後の検査として、1)体脂肪計による体脂肪率測定、2)血液検査(アディポネクチン、レプチンなどの肥満関連因子、遊離脂肪酸、中性脂肪、総コレステロール、HDLコレステロール、LDLコレステロール等の血中脂質、血糖、インスリン等)、3)歩数計による身体活動量の測定、4)運動トレーニング前後3日間の食事調査を行った。また、トレーニング前の食事調査結果に対し、管理栄養士による食事アドバイスの実施を行った。

4. 研究成果

(1)形態の変化

本研究では3ヶ月後3つの群において体重は有意ではないが減少傾向を示した。形態の変化については、体脂肪率においては全群とも差がなかった。しかし、複合運動群においては、腹部周囲径において有意な減少がみられた($P < 0.05$)。

先行研究では、ウエストサイズを3cm減少した者は、食習慣改善意欲が行動ステージで1段階以上改善しているとの報告もあり(村本ら, 2007)、食事と運動の介入の重要性が確認された。今回、毎日体重や運動の有無、コメントを記録してもらい、セルフチェックを行った。先行研究でもセルフチェックの効果が報告されており、本研究においても同様な効果があったものと思われる。ただし、記入漏れもあり「毎日記録する」ということで被験者にとっては負担になることも考えられた。

(2)血中生化学成分の変化

本研究において血中アディポネクチン、血中レプチン、および脂質プロファイルは変化がなかった。また、血糖、インスリンにおいても変化はみられなかった。

本研究は全身を使った筋力づくり運動とエアロビクスダンスを交えた複合運動トレーニングがアディポネクチンの増加、レプチンの減少を期待して実施したが、明らかな変化は見られなかった。本研究では検討を行っていないが、レジスタンス運動後は血中のアドレナリン、ノルアドレナリン、成長ホルモンやコルチゾルが増加することが報告されている。アドレナリン、ノルアドレナリンはレプチンの分泌を抑制し、成長ホルモンやコルチゾルはレプチンの分泌を刺激するため、レジスタンス運動後に産生された代謝産物がレプチンの応答にと拮抗し変化が見られなかった可能性も考えられる。

脂質代謝とアディポネクチン、レプチンの関連についても検討をおこなったが、遊離脂肪酸、中性脂肪、総コレステロール、HDLコ

レステロール等の変化は認められなかった。遊離脂肪酸はアディポサイトカインの分泌に影響を与えることが報告されている(Berggrenら, 2005)。しかしながら、本研究では関係はみあたらなかった。

これまで介入期間では、16週間以上の介入にて、メタボリックシンドロームに関するリスク軽減に及ぼす効果を示している。ただし、これらの体重、腹部周囲径の減少率、血液動態の改善の変化率は我々の値とベースラインが異なる。これはすべての検査項目に当てはまるが、先行研究では有意な変化を示した検査項目のベースライン(例えば、基準値を上回る高値)による影響が考えられる。

(3)身体活動量

身体活動量は介入前後に有意な変化がなかった。ただし、歩数計を持つことで意識的に一日10,000歩を目指す被験者もみられた。

(4)エネルギー摂取量

エネルギー摂取量においては3群において有意ではないが減少傾向がみられた。食事内容については食事調査後、全体的に野菜の摂取量が少ないこと、夜の遅い時間に高エネルギーの食事を摂る傾向が指摘され、管理栄養士より各被験者へ野菜摂取の重要性や食事バランスについてアドバイスを行った。3ヵ月後の食事調査では十分とはいえないが、食事バランスにおいて改善が見受けられた。ただし、普段から飲酒を好むものに対しては、飲まない日を作ることはかなりのストレスのようであった。

(5)まとめ

本研究は食事指導と有酸素運動トレーニング群と複合運動トレーニング群、食事指導のみのコントロール群に対し12週間介入前後の効果について検討した。結果として、3群とも体重の有意な減少、血中脂質プロファイルの改善はみられなかったが、複合運動トレーニング群では、腹部周囲径が有意に減少を示した。今回、介入期間が短かったため、運動効果には個人差があり、期待した結果を得ることが出来なかった。しかしながら、複合トレーニング参加者の一部は運動介入終了後も運動の継続習慣化がみられ、行動変容の改善に効果があったものと考えられた。今後、この点を検討し、行動科学的手法を加えて運動プログラムの開発を行いたい。

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 6件)

Homma T, Hamaoka T, Murase N, Osada T, Murakami M, Kurosawa Y, Kitahara A, Ichimura S, Yashiro K, Katsumura T. Low-volume muscle endurance training prevents decrease in muscle oxidative and endurance function during 21-day forearm immobilization. *Acta Physiologica*, in press, 2009, 査読あり

Sako T. The effect of endurance training on resting oxygen stores in muscle evaluated by near infrared continuous wave spectroscopy. *Adv Exp Med Biol*, in press, 2009, 査読あり

Matsumura M, Ueda C, Shiroishi K, Esaki K, Ohmori F, Yamaguchi K, Ichimura S, Kurosawa Y, Kime R, Osada T, Murase N, Katsumura T, Hoshika A, Hamaoka T. Low-volume muscular endurance and strength training during 3-week forearm immobilization was effective in preventing functional deterioration. *Dynamic medicine*, 7, 2008, 1-8, 査読あり

江崎和希、浜岡隆文、衣笠隆、武政徹 筋有酸素能の向上を目指した高齢者の筋力づくり運動 デサントスポーツ科学、28巻、60-66、2007、査読あり

Hamaoka T, McCully K, Quaresima V, Yamamoto Y, and Chance B. Near-infrared spectroscopy/imaging for monitoring muscle oxygenation and oxidative metabolism in healthy and diseased humans. *J. Biomed. Opt.* 12, 2007, 62105-62120, 査読あり

[学会発表](計 11件)

Esaki K, et al. The effect of a combined exercise training program on muscle oxidative capacity for the elderly. 7th World Congress on Aging and Physical Activity, 2008年7月27日、つくば国際会議場、茨城県つくば市

Esaki K, Kaneda K, Sato D, Wakabayashi H, Takemasa T, Nomura T, Hamaoka T, Katsumura T Reduced muscle

oxygenation in the lower extremity during under water treadmill walking. 1st International scientific conference of aquatic space activities, 2008年3月26日, Tsukuba, つくば国際会議場、茨城県つくば市

江崎和希、金田晃一、若林斉、武政徹、野村武男、浜岡隆文、勝村俊仁 水中歩行時の下肢筋酸素動態の検討、第62回日本体力医学会大会、2007年9月14-16日、ノースアジア大学、秋田市、秋田

6. 研究組織

(1) 研究代表者

江崎 和希 (ESAKI KAZUKI)
東京医科大学・医学部・研究員
研究者番号：90375478

(2) 研究分担者

(3) 連携研究者

勝村 俊仁 (KATSUMURA TOSHIHITO)
東京医科大学・医学部・教授
研究者番号：80214352

浜岡 隆文 (HAMAOKA TAKAFUMI)
鹿屋体育大学・体育学部・教授
研究者番号：70266518

佐古 隆之 (SAKO TAKAYUKI)
日本女子大学・家政学部・講師
研究者番号：20339477