

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 5 日現在

機関番号：13901

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2009～2011

課題番号：21500682

研究課題名（和文）若年肥満男性に対する効果的な運動・栄養処方の検討ーインスリン抵抗性を指標にして

研究課題名（英文）Study on the effectiveness of diet or exercise therapy for young obese males in terms of insulin resistance.

研究代表者

小池晃彦 (KOIKE TERUHIKO)

名古屋大学・総合保健体育科学センター・准教授

研究者番号：90262906

研究成果の概要（和文）高齢に至るまで生涯、健康であるためには、若年期からの生活習慣の適正化が必須である。本研究で、若年肥満男性で食と運動習慣の調査を行ったところ、様々な生活習慣上の特性が明らかになったが、個人差も大きく、個人に適した介入を行なっていく必要性が示された。また、若年男性で、カロリー制限と運動介入の有効性を調べた。その併用には強いインスリン抵抗性と慢性炎症の抑制作用があったが、カロリー制限のみではその有効性は弱かった。このことは、代謝改善のためのダイエットにおける運動併用の必要性を示すものである。

研究成果の概要（英文）：Appropriate lifestyle choices when persons are young and healthy are critical for the maintenance of life-long health in an ageing society. In the present study, diet and exercise habits surveyed among young obese males showed various characteristics. However, each individual had different lifestyle-related problems, which would demand individualized measures. Caloric restriction with exercise for 4 weeks strongly suppressed insulin resistance and chronic inflammatory status, but the effects were weaker by caloric restriction alone, indicating importance of exercise to enhance metabolic benefits with diet therapy.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費		合計
2009 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
2010 年度	1,000,000	300,000	1,300,000
2011 年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：生活習慣、老化、スポーツ医学

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：生活習慣病、インスリン抵抗性、カロリー制限、運動

1. 研究開始当初の背景

先進諸国では、長寿を享受できるようになった一方で、社会における高齢者の増加と医療費の増大は、医療制度の持続を困難にしている。さらに、多くの高齢者は、身体機能低下から日常生活において QOL が低下してい

る。医療制度を維持するとともに、個人の生涯に渡る健康を支えるためには、疾病の治療のみでは不足しており、疾病と身体機能低下の「予防」が重要であることは明白である。「メタボ」が流行語となり、肥満症から糖尿病などの代謝障害が引き起こされること

は、広く知られるようになった。適切な食事による栄養と運動の意義は誰もが認めるところであるが、最適な方法論は確立されていない、近年、猿の実験で、適正な栄養下に、カロリー制限（動物では自由摂食に対して、30-40%カロリー摂取を減らす方法）をすることで、癌、心筋梗塞、糖尿病を強く抑制する可能性が示された。したがって、カロリー制限を実践することは、現代社会に蔓延する慢性疾患発症を強力に抑制する手段となる可能性がある。

肥満により引き起こされ糖尿病発症の主原因であるインスリン抵抗性は、癌、動脈硬化などの原因となることも明らかになりつつあり、その制御により生活習慣病全体の発症を予防できることが期待されている。カロリー制限が、様々な疾病を予防できる機序のひとつには、インスリン抵抗性改善作用があると考えられている。

本研究では、若年肥満男性を主な研究対象とした。近年、大学に入学する時点での肥満男性の割合は少ないが、20代で、体重が大幅に増加する。このことが、欧米に比較し、日本において30-40代の糖尿病が多い要因となっている。

2. 研究の目的

若年男性（特に肥満男性）に対する効果的な運動・栄養処方を明らかにする。個人が生涯の健康を維持することだけでなく、医療制度の維持のためにも、若年期の生活習慣の適正化を図り、予防を徹底することは、もっとも有効な対策である。①若年男性（特に肥満者）における生活習慣上の問題点を明らかにすること、②カロリー制限と運動が、様々な疾患の基盤病態であるインスリン抵抗性と慢性炎症に対して、どのような作用を引き起こすかを、若年男性で明らかにする。

3. 研究の方法

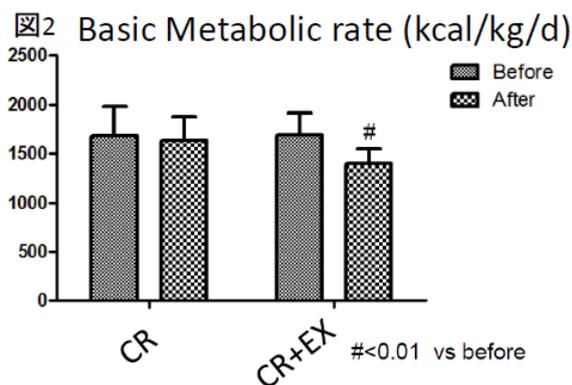
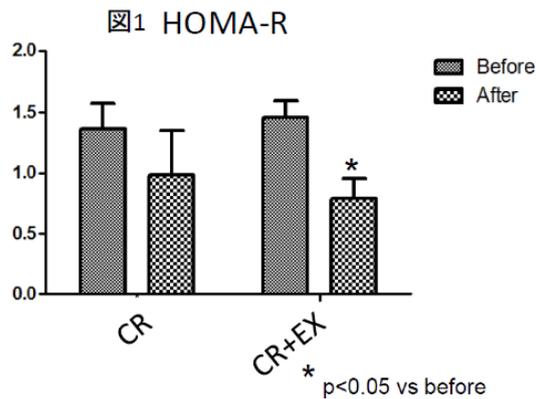
若年肥満男性の生活習慣上の問題点を調べるために、生活と食環境に関する自己式アンケート調査と食事記録法、ライフコーダによる運動量の計測を行った。また、カロリー制限と運動が代謝に及ぼす影響を検討するために、カロリー制限と運動併用の介入と、カロリー制限単独の介入を、非肥満の男性で30日間行った。介入前後で、糖代謝や基礎代謝、身体計測、血液検査による慢性炎症指標の評価などを行った。運動は、糖尿病での運動療法での有効性に関するエビデンスに基づき、中等度以上の強度の有酸素運動（最大酸素摂取量の60%を週10~20METS）とレジスタント運動を行った。カロリー制限は、標準的な栄養基準をみた

す食品を用い、基礎代謝測定に基づき決定した摂取カロリー量から最大20%まで減らした。

4. 研究成果

若年肥満男性の食習慣の特徴としては、自己式アンケート調査からは、全体の40%に欠食習慣があること、53.7%で体重測定をしないこと、68.3%で食べる速度が早いこと、75.6%で自覚的健康感がよいとは思っていないことなどが示された。食事記録からは、食品群と栄養素摂取状況には個人差が大きいこと、野菜の摂取量が少なく嗜好飲料の摂取量が多いこと、動物性蛋白質の摂取が多いことなどが示された。また、朝食欠食者では、朝食を規則的にとる者と比較して摂取カロリー量が少ないものの、夕食の摂取が夜10時以降であるものが多いとの結果が得られた。運動調査（ライフコーダによる計測）では、平均歩数/日は $8,724 \pm 3,250$ であり同年代の平均歩数とほぼ同等であったが、個人差があり、週末において身体活動が最低であった。以上の結果を総括すると、若年肥満男性の生活習慣には個人差が大きく、個人に適した介入を行っていく必要性が示された。

カロリー制限と運動介入群(BMI: $22.4 \pm 1.9 \text{ kg/m}^2$;年齢: 25 ± 10 才;n=7人)では、介入前後において体重が平均6kg、脂肪率が平均4.3%低下し、1)HOMA-IRとブドウ糖負荷試験時のインスリン分泌量の低下で示されるインスリン抵抗性の有意な改善、2)白血球数と高感度CRPで示される慢性炎症レベルの低下、3)体重減少と独立した介入前後での基礎代謝量の低下、が示された。つまり、非肥満の若年の男性であっても、カロリーを制限し運動を行うことで、癌、動脈硬化などの主要な疾患の基盤病態であるインスリン抵抗性と慢性炎症の改善が起きることを示している。一方、カロリー制限のみの介入群(BMI: $21.4 \pm 2.2 \text{ kg/m}^2$;年齢: 24 ± 11 才;n=8人)では、介入前後において体重が平均3.4kg、脂肪率が平均3.3%低下したものの、HOMA-IR(図1)とブドウ糖負荷時のインスリン分泌量には有意な変化は認めず、慢性炎症指標として白血球数は低下したが高感度CRPは変わらず、基礎代謝量も低下しなかった(図2)。この介入試験よりは、肥満のない若年の男性において、運動を伴わないカロリー制限の有効性は弱く、運動併用により様々な効果が増強した。このことは、ダイエットにおける運動併用の必要性を強く示すものである。



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)

[雑誌論文] (計 12 件)

- ① T. Koike, M. Miyamoto, Y. Oshida. 2009 Waist circumference is positively associated with insulin resistance but not with fasting blood glucose among moderately to highly obese young Japanese men. *Obesity Research & Clinical Practice* 3:109-114 査読有
- ② H. Akima, N. Hotta, K. Sato, K. Ishida, T. Koike, K. Katayama. 2009 Cycle ergometer exercise to counteract muscle atrophy during unilateral lower limb suspension. *Aviat Space Environ Med* 80(7):652-656 査読有
- ③ K. Sakuma, W. Kohei, N. Hotta, T. Koike, K. Ishida, K. Katayama, H. Akima. 2009 The adaptive responses in several mediators linked with hypertrophy and atrophy of skeletal muscle after lower limb unloading in humans. *Acta Physiologica* 197:151-159 査読有
- ④ T. Koike, M. Miyamoto, Y. Oshida. 2010 Alanine aminotransferase and gamma-glutamyltransferase as markers for elevated insulin resistance-associated metabolic abnormalities in obese Japanese

men younger than 30 years of age. *Obesity Research & Clinical Practice* 4:e73-e79 査読有

- ⑤ H. Jiang, T. Koike, P. Li, Z. Wang, Y. Kawata, Y. Oshida. 2010 Combined effect of short-term calorie restriction and exercise on insulin action in normal rats. *Horm Metab Res* 42(13):950-954 査読有
- ⑥ 榎 裕美、葛谷雅文、押田芳治、小池晃彦 若年肥満学生の食環境と栄養素摂取状況の関連について 日本未病システム学会 : 16(2), 297-299, 2010 査読無
- ⑦ N. Hotta, K. Ishida, K. Sato, T. Koike, K. Katayama, H. Akima. 2011 The effect of intense interval cycle-training on unloading-induced dysfunction and atrophy in the human calf muscle. *J Physiol Anthropol* 30(1):29-35 査読有
- ⑧ K. Katayama, K. Ishida, E. Iwamoto, M. Iemitsu, T. Koike, M. Saito. 2011 Hypoxia augments muscle sympathetic neural response to leg cycling. *J Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 301: R456-R464 査読有
- ⑨ Z. Wang, T. Koike, P. Li, H. Jiang, Y. Natsume, L. Mu, T. Chen, Y. Oshida. 2012 Effects of angiotensin II AT1 receptor inhibition and exercise training on insulin action in rats on high-fat diet. *Life Sciences* 90:322-327 査読有
- ⑩ P. Li, T. Koike, H. Jiang, Z. Wang, Y. Kawata, Y. Oshida. 2012 Acute treatment with candesartan cilexetil, an angiotensin II type 1 receptor blocker, improves insulin sensitivity in high-fructose diet-fed rats. *Horm Metab Res* 44(4):286-290 査読有
- ⑪ 小池晃彦、秋間広、柳本有二、片山敬章、石田浩司、坂崎貴彦、夏目有紀枝、押田芳治 サルコペニアの今：サルコペニアの対策、予防と治療 運動・物理療法(J. Physical Medicine) 22(3):307-314, 2011 査読無
- ⑫ 夏目有紀枝、小池晃彦、押田芳治 BMI30kg/m²以上の若年肥満男性の食事および身体活動の特徴 総合保健体育科学 2012 (in press) 査読無

[学会発表] (計 6 件)

- ① 李萍、小池晃彦、川田裕樹、姜海英、王忠華、押田芳治 ARBの急性投与により、高果糖誘発インスリン抵抗性が改善する

第52回日本糖尿病学会大会(2009年5月22日大阪)

- ② 坂崎貴彦、柳本有二、秋山眞視、小池晃彦、押田芳治 高齢女性の体重支持指数(WBI)からみた踵骨強度と体力測定値との関連 第64回日本体力医学会(2009年9月18日新潟)
- ③ 姜海英、小池晃彦、王忠華、筒井秀世、押田芳治 インスリン感受性に及ぼすカロリー制限と運動の影響 第53回日本糖尿病学会大会(2010年5月27日岡山)
- ④ 榎 裕美、葛谷雅文、押田芳治、小池晃彦 若年肥満男性の食環境と栄養素摂取状況の関連について 第17回日本未病システム学会(2010年11月13日沖縄)
- ⑤ 姜海英、小池晃彦、王忠華、夏目有紀枝、木蘭、陳塔娜、押田芳治 カロリー制限と運動がインスリン感受性に及ぼす影響 第84回日本糖尿病学会中部地方会(2011年10月22日名古屋)
- ⑥ 小池晃彦、片山敬章、夏目有紀枝、岩本えりか、石田浩司、押田芳治 標準体重男性で“腹八分”と運動はインスリン抵抗性と慢性炎症を改善する 第49回全国大学保健管理研究集会(2011年11月9日下関)

〔図書〕(計3件)

- ① 小池晃彦、押田芳治: 糖尿病運動療法のエビデンス 288-289: 糖尿病ナビゲーター(門脇孝編) メディカルレビュー社、2010
- ② 押田芳治、小池晃彦: 運動療法 41-49: 科学的根拠に基づく糖尿病診療ガイドライン 2010(日本糖尿病学会編) 南江堂、2010
- ③ H. Tsutsui, T. Koike, Y. Oshida. 2011 Identification of hemodialysis patients' physical and psychosocial problems using the international classification of functioning,

disability and health (ICF). 59-70: Hemodialysis-Different Aspects (edited by: Maria Goretti Penido) InTech, 2011

〔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
小池 晃彦 (Koike Teruhiko)
名古屋大学・総合保健体育科学センター・准教授
研究者番号: 90262906
- (2) 研究分担者
押田 芳治 (Oshida Yoshiharu)
名古屋大学・総合保健体育科学センター・教授
研究者番号: 10169295
- 秋間 広 (Akima Hiroshi)
名古屋大学・総合保健体育科学センター・准教授
研究者番号: 40292841
- 石田 浩司 (Ishida Koji)
名古屋大学・総合保健体育科学センター・教授
研究者番号: 50193321
- 片山 敬章 (Katayama Keisho)
名古屋大学・総合保健体育科学センター・准教授
研究者番号: 40343214
- 榎 裕美 (Enoki Hiromi)
愛知淑徳大学・健康医療科学部・准教授

研究者番号：90524497

(3)連携研究者
()

研究者番号：