

## 食事制限を伴わない運動実践が肥満者の メタボリックシンドローム構成因子に及ぼす影響

中田由夫・笹井浩行・大藏倫博・田中喜代次

### Effects of exercise training without energy restriction on metabolic syndrome and its component factors in obese men

NAKATA Yoshio, SASAI Hiroyuki, OKURA Tomohiro and TANAKA Kiyoji

#### Abstract

Many studies have revealed metabolic syndrome (MetS) leads to a marked increase in risks for all-cause and cardiovascular disease mortalities. Some investigators have reported lifestyle modification such as dietary modification and regular exercise could improve MetS and its component factors. However, whether exercise training alone would be effective for improvement of MetS is unclear, especially in Japanese individuals. **PURPOSE:** To examine the effects of exercise training on MetS and its component factors in Japanese middle-aged men. **METHODS:** Twenty-three middle-aged men participated in a 3-month combined exercise program including walking, jogging and light strength training. The program was 90 minutes per session for 3 days per week. Systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), triglycerides (TG), high-density lipoprotein cholesterol (HDL-C), fasting plasma glucose (FPG), and visceral fat area (VFA) by computed tomography were measured before and after the program. MetS was evaluated according to the Japanese diagnostic criteria for MetS established in 2005. **RESULTS:** The 3-month exercise training decreased the participants' weights from  $81.7 \pm 11.8$  (SD) kg to  $79.1 \pm 12.0$  kg ( $P < 0.001$ ). VFA was also reduced after the program (from  $194.8 \pm 55.0$  cm<sup>2</sup> to  $165.5 \pm 54.6$  cm<sup>2</sup>,  $P < 0.01$ ). Other component factors such as SBP, DBP, TG, HDL-C, and FPG, however, remained unchanged after the program. The number of participants having individual component factors changed from 22 (95.7%) to 21 (91.3%) for visceral fat deposition, from 20 (87.0%) to 19 (82.6%) for hypertension, from 8 (34.8%) to 6 (26.1%) for dyslipidemia, and from 3 (13.0%) to 5 (21.7%) for hyperglycemia. In total, the number of participants classified as having MetS changed from 8 (34.8%) to 6 (26.1%). These were not statistically different. **CONCLUSION:** Three months of combined exercise training elicited a significant reduction in body weight and VFA, but did not improve MetS and its component factors.

**Key words:** metabolic syndrome, exercise training, energy restriction

#### 1. 緒言

メタボリックシンドローム (metabolic syndrome: MetS) は、内臓脂肪の過剰蓄積に加え、血圧高値や脂質代謝異常、高血糖を複数合併する循環器系

疾患易発症状態と定義される<sup>6)</sup>。平成16年の国民健康栄養調査<sup>4)</sup>によると、わが国におけるMetSの該当者数は約940万人と推定され、MetSが疑われる人を含めると、成人男性の約半数の1960万人

にのぼる。最近の報告<sup>1)</sup>では、MetSは循環器系疾患の死亡リスクに対する独立した予測因子であるとされており、その予防改善策を講じることが急務となっている。MetSは、食事の過剰摂取と身体不活動が主因であることから、その改善には食事制限や運動実践が有効であると考えられる。これまで、食事制限単独や食事制限と運動実践の併用がMetSに及ぼす影響が報告されてきた<sup>7,8)</sup>が、食事制限を伴わない運動実践がMetSに及ぼす影響についての報告は極めて少ない<sup>3)</sup>。特に、日本人を対象とした報告は皆無である。そこで、本研究では、食事制限を伴わない運動実践がMetSに及ぼす影響について検討することを目的とした。

## 2. 方法

### (1) 対象者

本研究の対象者は中年肥満および肥満傾向の男性23名であった。なお、本研究には29名が参加したが、ドロップアウト者や欠損値がある者、出席率が50%に満たない者を最終的な解析の対象から除外した。対象者は茨城県つくば市およびその近隣自治体の広報誌や地域情報誌を通じて募集した。

すべての対象者に研究の目的や運動介入の内容、測定内容を十分に説明し、書面にて研究協力への同意を得た。なお、本研究は筑波大学に帰属する倫理委員会の承認を得た。

### (2) 運動実践

対象者は筑波大学にて開催された運動教室に参加した。運動教室は12週間であり、1回90分間、週3回で構成された。運動内容は、10~15分間の徒手体操を中心とした準備運動、主運動として40~60分間のウォーキングおよびジョギングを中心とした有酸素性運動、10~15分間の自重負荷による筋力トレーニングおよびレクリエーション運動、5~10分間の徒手体操やリラクゼーションを中心とした整理運動とした。主運動の運動強度は原則として自覚的運動強度を12~14あたりに保つよう指導した。対象者には、日常生活において原則として教室前の食習慣を変えないよう指示した。

### (3) 測定項目

運動教室の前後で身長、体重、body mass index

(BMI) およびMetS構成因子を測定した。また、教室開始1~2週間前と教室開始から9~10週目にエネルギー摂取量を調査した。以下に各測定方法の詳細を示す。

#### A. メタボリックシンドローム構成因子

MetS構成因子は、内臓脂肪面積(visceral fat area: VFA)、収縮期血圧(systolic blood pressure: SBP)、拡張期血圧(diastolic blood pressure: DBP)、HDLコレステロール(high-density lipoprotein cholesterol: HDL-C)、中性脂肪(triglyceride: TG)および空腹時血糖(fasting plasma glucose: FPG)を測定した。

VFAはcomputed tomography(CT)画像を専用ソフト(FatScan version 3.0, N2システム社製)により分析することで算出した<sup>9)</sup>。CT画像はCTスキャン(Somatom AR.C, Siemens社製)により、仰臥位姿勢で臍高位を基準位置として撮影した。VFAの測定に際しては、測定の2時間前から飲食を控えるように指示した。SBPとDBPは、10分以上の椅座位安静の後、水銀血圧計を用いて測定した。HDL-C、TGおよびFPGは、8時間以上の空腹状態で採取した血液を分析した。血液分析はすべて江東微生物研究所(つくば市)に依頼した。

#### B. エネルギー摂取量

1日あたりのエネルギー摂取量は秤量法に基づく3日間の食事記録により調査した。対象者には調査期間中に摂取したものをすべて秤量し、記録するよう指示した。調査日は休日1日、平日2日の3日間とし、可能な限り普段の日常生活を代表するような平均的な日を選び、特別な行事などを含む日は調査日に含めないよう指示した。エネルギー摂取量の計算および分析は熟練した管理栄養士が担当した。

#### (4) メタボリックシンドロームの判定

MetSの判定には、日本内科学会を始めとする国内8学会の連携により策定されたわが国独自の基準<sup>6)</sup>を用いた。すなわち、VFAが100cm<sup>2</sup>以上を必須項目とし、1) SBPが130 mmHg以上かつまたはDBPが85 mmHg以上、2) HDL-Cが40 mg/dL未満かつまたはTGが150 mg/dL以上、3) FPGが110 mg/dL以上、の3つのうち2つ以上該当することで、MetSと判定した。

#### (5) 統計解析

各項目の測定結果はすべて平均値±標準偏差で示した。教室前後の測定値の比較には対応のある *t* 検定を、MetS および MetS 構成因子の該当者数の比較には  $\chi^2$  検定を用いた。すべての統計解析には SAS 9.01 (SAS 社製) を用い、統計学的有意水準は 5% に設定した。

3. 結果

教室前後の測定項目の変化を Table 1 に示した。体重および BMI は教室前後で有意に減少した。

VFA は教室前後で有意に減少したものの、その他の MetS 構成因子 (SBP、DBP、HDL-C、TG、FPG) に有意な変化はみとめられなかった。また、エネルギー摂取量は教室前と教室中で有意な変化がみられなかった。

教室前後の MetS およびその構成因子の変化を Figure 1 に示した。高血糖を除いたすべての構成因子で該当者数が減少したものの、いずれも統計学的有意差はみとめられなかった。

Table 1. Changes in physical characteristics, metabolic syndrome component factors, and energy intake in response to exercise training.

	Pre	Post	Change
Age, yr	53.2 ± 11.6	—	—
Weight, kg	81.7 ± 11.8	79.1 ± 12.0	-2.7 ± 2.7*
BMI, kg/m <sup>2</sup>	29.0 ± 3.1	28.0 ± 3.3	-1.0 ± 0.9*
VFA, cm <sup>2</sup>	194.8 ± 55.0	165.5 ± 54.6	-29.3 ± 37.8*
SBP, mmHg	133.9 ± 12.1	133.8 ± 12.4	0.0 ± 12.6
DBP, mmHg	89.0 ± 9.3	90.1 ± 13.2	1.1 ± 13.5
HDL-C, mg/dL	55.1 ± 14.4	56.2 ± 14.4	1.1 ± 5.2
TG, mg/dL	133.7 ± 75.2	117.9 ± 60.0	-15.9 ± 54.9
FPG, mg/dL	98.8 ± 12.6	102.0 ± 11.4	3.1 ± 11.1
Energy intake†, kcal/d	2488 ± 599	2575 ± 457	127 ± 797

Values are mean ± standard deviation. BMI, body mass index; VFA, visceral fat area; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; TG, triglyceride; FPG, fasting plasma glucose; \**P* < 0.05 by paired *t*-test; †energy intake was assessed before the intervention and at week 9-10.

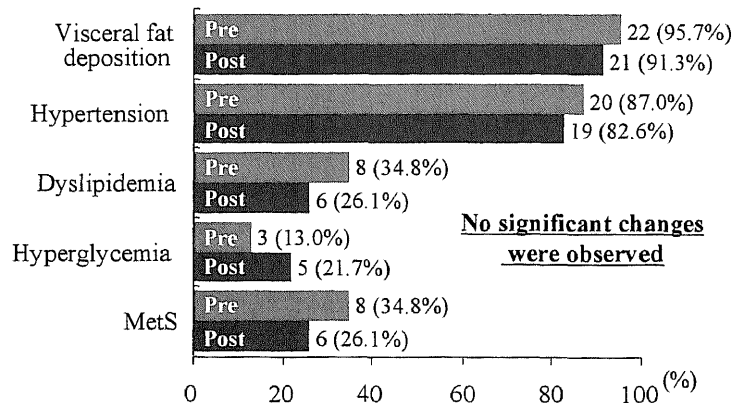


Figure 1. Changes in the number of participants classified as having MetS and its individual component factors in response to exercise training.

#### 4. 考察

本研究の目的は、中年男性を対象に、食事制限を伴わない運動実践が MetS に及ぼす影響について検討することであった。

12 週間にわたる運動実践の結果、体重と VFA は有意に減少し、MetS の該当者数は、統計学的に有意ではないものの、8名から6名へと減少した。Katzmarzyk et al.<sup>3)</sup>は MetS 該当者 621 名 (National Cholesterol Education Program の基準) を対象に、45 分間の有酸素性運動を週 3 回、20 週間実践することで、対象者の 30.5% が MetS を解消したと報告している。一方、本研究では統計学的に有意ではないものの、対象者の 25% が MetS を改善したことから、先行研究と概ね一致した結果である。本研究では対照群を設けていないが、仮に対照群の MetS 改善率を 0% と仮定した場合、number needed to treat (NNT) は 4.0 人となる。NNT は、1 人の該当者を改善させるために介入 (治療) が必要な人数を表す指標である。Diabetes Prevention Program<sup>5)</sup>では、耐糖能異常者の糖尿病発症予防に対する生活習慣改善とメトホルミンの効果を検証しており、それらの NNT はそれぞれ 6.9 人、13.9 人であったと報告されている。本研究の結果から MetS 改善に対する運動実践の臨床的意義を一般化することはできないが、運動実践が MetS 改善の有効な手段になりうることが示唆されたといえよう。

平成 20 年度よりわが国で始動する特定健診、特定保健指導では、MetS の改善率の目標を 25% と設定しており、本研究の結果はそれと同等であった。すなわち、本研究と同程度の運動実践 (週 3 回、1 回 90 分を 12 週間) により、MetS の改善率の目標を達成できる可能性がある。

MetS やその構成因子は食事制限によって変化することが報告されている<sup>2)</sup>。したがって、本研究の対象者の食事内容が変化していれば、運動実践単独の効果を検討したことにはならない。しかしながら、本研究の対象者のエネルギー摂取量は、教室前と教室中で変化が無かったことから、食事内容の変化の影響は小さく、運動実践単独による効果を検討できたものと推察される。

本研究の意義は、運動実践単独の効果を危険因子の集積結果である MetS に着目して検討した点にある。これまで、運動実践の効果に対する先行研究では、個々の冠危険因子に対する効果のみが

検討されてきた<sup>2)</sup>。MetS という危険因子の集積結果に対する運動効果を検討した報告は極めて少なく、特に日本人を対象とした知見は皆無である。その点で、本研究の独自性は高い。

一方、本研究の限界として、対象者が筑波大学周辺に在住している男性地域住民という限られた集団であり、研究結果の外的妥当性が低い点が挙げられる。また、対照群を設けていないことから運動効果を一般化することができない。さらに、対象者数が少ない (全対象者は 23 名、そのうち MetS 該当者は 8 名) ことから、運動実践による MetS の改善効果に対する検出力が小さい。本研究から、食事制限を伴わない運動実践単独による介入によって、MetS が改善する可能性が示唆されたことから、今後はさらに対象者数を増やし、無作為化比較試験の形で研究結果を一般化できるようにすることが課題となる。

#### 5. 結語

本研究の目的は、中年男性を対象に、食事制限を伴わない運動実践が MetS に及ぼす影響について検討することであった。その結果、週 3 回、1 回 90 分 (主運動は 40~60 分) の運動実践を 12 週間継続することで、体重と VFA は有意に減少し、MetS の該当者数は、統計学的に有意ではないものの、8名から6名へと 25%減少した。今後は、さらに対象者数を増やし、無作為化比較試験の形で研究結果を一般化したい。

#### 文献

1. Iso H, Sato S, Kitamura A, Imano H, Kiyama M, Yamagishi K, Cui R, Ta-nigawa T and Shimamoto T (2007): Metabolic syndrome and the risk of ischemic heart disease and stroke among Japanese men and women. *Stroke* 38: 1744-1751.
2. Katznel LI, Bleecker ER, Colman EG, Rogus EM, Sorkin JD and Goldberg AP (1995): Effects of weight loss vs aerobic exercise training on risk factors for coronary disease in healthy, obese, middle-aged and older men. A randomized controlled trial. *JAMA* 274: 1915-1921.
3. Katzmarzyk PT, Leon AS, Wilmore JH, Skinner JS, Rao DC, Rankinen T and Bouchard C (2003): Targeting the metabolic syndrome with exercise: evidence from the HERITAGE Family Study. *Med*

- Sci Sports Exerc 35: 1703-1709.
4. 健康・栄養情報研究会編 (2006) : 厚生労働省国民健康・栄養調査報告. 第一出版, 東京.
  5. Knowler WC, Barrett-Connor E, Fowler SE, Hamman RF, Lachin JM, Walker EA and Nathan DM; Diabetes Prevention Program Research Group (2002): Reduction in the incidence of type 2 diabetes with lifestyle intervention or metformin. *N Engl J Med* 346: 393-403.
  6. メタボリックシンドローム診断基準検討委員会 (2005) : メタボリックシンドロームの定義と診断基準. *日本内科学雑誌* 94:188-203.
  7. Okura T, Nakata Y, Ohkawara K, Numao S, Katayama Y, Matsuo T and Tanaka K (2007): Effects of aerobic exercise on metabolic syndrome improvement in response to weight reduction. *Obesity* 15: 2478-2484.
  8. Tanaka K, Okura T, Shigematsu R, Nakata Y, Lee DJ, Wee SW and Yamabuki K (2004): Target value of intraabdominal fat area for improving coronary heart disease risk factors. *Obes Res* 12: 695-703.
  9. Yoshizumi T, Nakamura T, Yamane M, Islam AH, Menju M, Yamasaki K, Arai T, Kotani K, Funahashi T, Yamashita S and Matsuzawa Y (1999): Abdominal fat: standardized technique for measurement at CT. *Radiology* 211: 283-286.