

スポーツ活動を中心とした生活習慣改善介入がメタボリックシンドロームに及ぼす効果

片山靖富*, 笹井浩行**, 田中喜代次**

* 皇學館大学教育学部

Faculty of Education, Kogakkan University

** 筑波大学大学院人間総合科学研究科

Graduate School of Comprehensive Human Sciences, University of Tsukuba

1. 緒言

近年、腹腔内の脂肪組織（内臓脂肪）の過剰蓄積に加え、高血圧、脂質異常、高血糖を合併するメタボリックシンドローム（metabolic syndrome, MS）は、循環器系疾患の発症リスクを高める¹⁾ことから、予防および改善策を講じることが急務となっている。

運動実践は食事改善よりもエネルギー収支を負に傾け難いものの、Ohkawara et al.²⁾ は、系統的レビューの結果、大きな体重減少が見込まれなくても、約 27 週間にわたって 10 METs・h/週の運動を実践することで 10% の VFA 減少が見込まれると報告していることや、減量 1 kg あたりの内臓脂肪面積（visceral fat area, VFA）の減少率が食事改善よりも大きいことから³⁾、運動実践によって VFA の減少、MS の予防や改善の可能性がある。このように、運動が健康の維持増進に好影響をもたらすことは事実であり、このような研究報告を受けて、厚生労働省が「1 に運動、2 に食事、しっかり禁煙、最後にクスリ」という運動施策の推進を展開している。一方、食事改善は、運動実践よりもエネルギー収支を負に傾けやすく、短期間で大幅な減量や MS を改善するには効率がよい^{4,5)}。食事改善に運動実践を付加することで、より効果的な減量と MS の改善が可能になることや減量以外での有益な生理学的効果を得ることが可能である⁶⁾。MS 改善のために、まずは運動実践や食事制限（食事改善）など生活習慣の改善による体重減少（減量）が最も有効である⁷⁾。それにも関わらず、厚生労働省の答申をはじめ、運動実践による効果が、最も有効である（効果が大きい）かのように過度に強調され、かつどの対象者にも画一的な策である感が否めない。このように運動が優先的に推進されてしまう背景には、運動の効果を過大評価している可能性があり、運動実践と食事改善の効果の違いを、同じフィールド（時間的な条件、同一の研究機関など）で比較した研究がなされていないことが原因であると考えられる。

そこで本研究は、食事改善、運動実践、および両者を併用した生活習慣改善介入が MS に及ぼす効果について比較、検討することを目的とした。さらに、運動実践は運動種目別（ウォーキング、レジスタンス運動、ジョギング、エアロビクス）に細分化し、減量や MS の改善効果を比較することとした。

2. 方法

2.1. 対象者

中年男性と女性の肥満者（body mass index: BMI が 25 以上）および MS の構成因子〔①内臓脂肪（VFA が 100 cm² 以上または、男性の腹囲 85 cm 以上、女性の腹囲 90 cm 以上とした）、②高血圧（収縮期血圧が 135 mmHg 以上かつ/または拡張期血圧が 85 mmHg）、③脂質異常（中性脂肪濃度が 150 mg/dL 以上かつ/または高比重リポ蛋白コレステロール濃度が 40 mg/dL 未満）、④高血糖

(空腹時血糖値が 110 mg/dL 以上)] 1 つ以上有する者、冠動脈疾患危険因子とされる低比重リポ蛋白コレステロール濃度が 140 mg/dL 以上の者、およびこれらの異常や疾患の改善を目的とした薬剤を服用し、減量することが望ましい者を対象とした。食事改善のみによる減量群 (diet group, D) は男性 70 名、女性 184 名、運動実践のみおこなったエクササイズ群 (exercise group, E) は女性のみ 2 名、ウォーキング群 (walking group, W) は男性のみ 87 名、ジョギング群 (jogging group, J) は男性のみ 16 名、エアロビクス群 (aerobics group, A) は女性のみ 18 名、食事改善に運動実践を併用した食事改善+エクササイズ群 (diet + exercise group, DE) は男性 23 名、女性 149 名、食事改善 + ウォーキング群 (diet + walking group, DW) は男性 18 名、女性 88 名、食事改善 + レジスタンス運動群 (diet + resistance exercise group, DR) は女性のみ 37 名、食事改善 + エアロビクス群 (diet + aerobics group, DA) は女性のみ 18 名、食事改善 + 水中運動群 (diet + aqua-exercise group, DAq) は女性のみ 10 名であった。なお、群分けは対象者の希望を優先した。すべての対象者には教室参加に先立ち、本研究の目的と教室および測定内容を説明し、書面にて研究参加への同意を得た。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。

2.2. 食事改善教室

食事教室の開催頻度は週 1 回であり、1 回当たり 90 分のプログラムを 3 ヶ月間 (全 13 回) 提供した。栄養・エネルギー摂取状況の把握と効果的な減量を支援するために四群点数法⁸⁾を用いた SMART ダイエット⁹⁾理論を導入した。四群点数法は食品に含まれる栄養素によって食品を 4 つの群 (1 群: 卵・乳製品、2 群: 肉類・魚介類・豆製品、3 群: 野菜類・芋類・海藻類・果実類、4 群: 穀類・油脂類・砂糖などの調味料・その他の嗜好品) に分類し、80 kcal を 1 点として栄養計算する方法である。男性は、1 食あたり 560 kcal、1 日 1680 kcal、女性は 1 食あたり 400 kcal、1 日 1200 kcal を目標とした。その内訳は、男性で 1 群から 1 点 (80 kcal)、2 群から 2 点 (160 kcal)、3 群から 1 点 (80 kcal)、4 群から 3 点 (240 kcal)、合計 7 点 (560 kcal)、女性で 1 群から 1 点 (80 kcal)、2 群から 1 点 (80 kcal)、3 群から 1 点 (80 kcal)、4 群から 2 点 (160 kcal)、合計 5 点 (400 kcal) の範囲内で栄養バランスの良い食事を摂取するよう熟練したスタッフが懇切丁寧に指導した。特に脂質と糖質の摂取を適量に留め、蛋白質やビタミン、ミネラルが不足しないよう留意した。参加者には毎食の食事内容をできる限り詳細に、日誌に記録するよう求めた。参加者は週 1 回、食事記録を提出し、その記録をもとにスタッフがエネルギー摂取量のチェックと栄養バランスや食習慣の適正化に向けた個別指導を提供した。

2.3. 運動教室

運動教室の開催頻度は週 2~3 回であり、1 回当たり 90 分のプログラムを 3 ヶ月間 (全 25~40 回) 提供した。教室では、徒手体操や柔軟体操によるウォーミングアップを 15 分間おこない、その後 60 分間の主運動、15 分間のクーリングダウンをおこなった。各群の主運動の内容は以下の通りである。E 群および DE 群は、ウォーキングやジョギング、エアロビクスなどの有酸素性運動を中心に複数の種目を併用し、さらに有酸素性運動以外にも自体重を負荷とした腕立て伏せや腹筋などのレジスタンス運動やレクリエーション運動、ゲーム運動などをおりませた。W 群および DW 群はウォーキングを、DR 群はレジスタンス運動を、J 群はジョギングを、DA 群はエアロビクスを、DAq 群は水中運動 (水中ウォーキング) を中心とした。クーリングダウンでは、徒手体操や柔軟体操をおこなった。運動中は怪我や事故が起こらないように配慮した。主運動の運

動強度は、Borg¹⁰⁾ の自覚的運動強度 (ratings of perceived exertion, RPE) が 13~15 (ややきつい~きつい) になるよう導いた。また、運動実践のみの群の対象者には、エネルギー摂取量の減少に伴う体重減少の影響を考慮するため、介入前の食習慣を維持するよう指示した。

2.4. 測定項目

2.4.1. 身体的特徴

身長は身長計 (YG-200、ヤガミ社製) を用いて測定した。体重は体重計 (TBF-551、タニタ社製) を用いて測定した。BMI は体重 (kg) を身長 (m) の 2 乗で除すことで求めた。血圧は、15 分程度の安静座位の後、水銀血圧計を用いて測定した。腹囲 (臍位) は、伸縮性のないメジャーを用いた。介入前後の測定は、検者による測定誤差が生じないように、測定に熟練した同一の検者が担当した。体脂肪率は生体電気抵抗法を原理とした体脂肪計 (HBF-300、オムロン社製) または二重エネルギー X 線吸収法を原理とした専用装置 (DPX-NT, Lunar 社製) を用いて測定した。なお、DXA を用いた体脂肪率測定の 2 時間前は飲食を控えるよう対象者に指示した。

2.4.2. 内臓脂肪および皮下脂肪面積

Computed tomography (CT) スキャン (Somatom AR.C, Siemens 社製) により、仰臥位姿勢で膈高位の腹部断面を撮影し、この CT 画像を腹部脂肪算出専用ソフト (FatScan Ver. 3.0, N2 システム社製) により分析することで VFA および皮下脂肪面積 (subcutaneous fat area, SFA) を算出した。対象者には、CT 画像撮影の 2 時間前から飲食を控えるよう指示した。

2.4.3. 血液学・血液生化学検査

血液学および血液生化学検査項目は赤血球 (red blood cell, RBC) 数、ヘモグロビン (hemoglobin, Hb) 濃度、ヘマトクリット (hematocrit, Hct)、総コレステロール (total cholesterol, TC) 濃度、HDL-C (high-density lipoprotein cholesterol, HDL-C 濃度、中性脂肪 (triglyceride, TG) 濃度、空腹時血糖 (fasting plasma glucose, FPG) 濃度、糖化ヘモグロビン (hemoglobin A1c, HbA1c) 濃度であった。これらの分析は江東微生物研究所 (つくば市) に依頼した。低比重リポ蛋白コレステロール (low-density lipoprotein cholesterol, LDL-C) 濃度は、Friedewald et al. の式¹¹⁾ より算出した。

体力測定

無酸素性代謝閾値 (anaerobic threshold, AT) 時の酸素摂取量 (oxygen uptake at the AT, VO_{2AT}) と最大酸素摂取量 (VO_{2max}) は、自転車エルゴメータ (Model 828E, Monark 社製) を用いた運動負荷テストにより計測した。0 watt で 2 分間のウォーミングアップの後、主観的限界に至るまで毎分 15 watts ずつ段階的に負荷強度を高める多段階漸増負荷法を用いて測定した¹²⁾。このときのペダルの回転数 (revolution per minute, rpm) は、メトロノーム音に合わせ 60 rpm を維持するように指示した。AT は V-slope 法を用い、酸素摂取量 (VO_2) に対する二酸化炭素排出量 (VCO_2) の上昇開始点および CO_2 換気当量の増加を伴わない O_2 換気当量の増加開始点として決定した¹³⁾。この AT 時に相当する心拍数を HR@AT とした。負荷テスト中の換気および呼気ガス諸量は自動呼気ガス分析器 (Oxycon Alpha, Mijnhardt 社製) を用いて breath-by-breath 法により分析し、分時換気量、 VO_2 、 VCO_2 を 30 秒ごとの平均値として求めた。負荷テスト中は心電計 (DS-2150、フクダ電子社製) を用いて心電図と心拍数を、さらに RPE を連続監視し、データの収集とともに

運動中の事故防止に努めた。

2.4.4. エネルギー総消費量、身体活動量、歩数およびエネルギー摂取量

エネルギー総消費量 (total energy expenditure, TEE)、身体活動量 (activity energy expenditure, AEE)、歩数は加速度センサーを内蔵した一軸加速度計 (ライフコーダ、スズケン社製) を用いて測定した。対象者に加速度計を配布し、介入前の約 2 週間と介入開始から 9 から 10 週目 (3 ヶ月目) の約 2 週間にわたって腰部に装着するよう指示した。加速度計は起床から就寝まで入浴時を除き常時装着することとした。対象者には、加速度計の装着状況および毎日の運動実践状況を記録させた。その記録と加速度計によって測定されたデータを照らし合わせて、加速度計を装着していなかった日や装着時間が 12 時間に満たない場合、水中運動など加速度計を装着できない運動や自転車運動のように加速度計が感知できないような運動をおこなった日の身体活動を統計処理の対象から除外した。

エネルギー摂取量は、介入前と介入中の食事・栄養調査をおこなった。調査に先立ち、すべての対象者に食事・栄養調査の記録の仕方について詳細に説明した。介入前と介入期間中 (介入開始から 9 から 10 週目) のそれぞれにおいて、平日 (仕事のある日) 2 日と休日 (仕事のない日) 1 日の各 3 日分、計 6 日分の食事内容を詳細に記録させた。可能な限り通常の食習慣を反映するような日を記録日にするよう指示した。エネルギー摂取量の算出に際し、記録内容が不十分である場合は管理栄養士が個別に聞き取り調査をした。これを基に、食事療法栄養計算ソフト (エクセル栄養君 ver 4.0、建帛社製) を用いて、熟練した管理栄養士がエネルギー摂取量を算出した。

2.5. 統計処理

各測定項目の結果を、表では平均値±標準偏差で示し、図では平均値±標準誤差で示した。教室前の各測定結果の群間比較には対応のない t 検定を、教室前から教室中および教室終了後にかけての各測定項目の変化については対応のある t 検定を施した。運動群と食事群の群間差を検証するために、時間 (介入前と介入後) および群を要因とする二元配置分散分析を施した。2 変数間の関係性については、ピアソンの積率相関係数および体重の変化量を補正した偏相関係数を算出した。なお、女性の E 群においては標本数が 2 例のため統計処理はおこなわず、参考値として平均値のみ示した。また、体重減少 1 kg あたりの VFA 減少量および減少率は、体重と VFA がともに減少した対象のみを分析の対象とした。

3. 結果

3.1. 身体的特徴と MS 構成因子の変化

体重、BMI、体脂肪率、VFA、MS 構成因子の数は、各群で介入前から介入後にかけて有意に減少した。なお、男性においては、運動のみよりも食事制限を併用したほうが、これらの減少量は大きかった。また、男女ともに食事制限だけでなく運動実践を併用したほうが、これらの減少量が大きい傾向がみられた (表 1-4)。

3.2. 体力の変化

VO₂AT は、男性の D 群と女性の DAq、E 群を除いたすべての群で有意に増加した。VO₂max は、男性はすべての群で、女性は DAq、E 群を除いた群で有意に増加した。また、VO₂AT の変化量お

よび VO_2max は、男女ともに、有意な交互作用が認められた。さらに、女性における VO_2AT の変化量は、DE 群が最も大きな変化を示し、男性における VO_2max の変化量は DW、W、J 群が D、DE 群よりも有意に大きく、女性においては DE、DR 群が有意に大きかった（表 5, 6）。

3.3. エネルギー摂取量と消費量の変化

食事制限を併用した各群の男性のエネルギー摂取量は 1680 kcal/日、女性は 1200 kcal/日程度に抑えられ、運動実践を併用した群は、身体活動量が増加する傾向がみられた。ただし、女性の DA 群や DR、DAq 群の身体活動量は低下していた（表 7, 8）。

3.4. MS 構成因子および VFA の変化量との関係

MS 構成因子数および VFA の減少量と体重、BMI、体脂肪率、腹囲径の減少量と有意な相関関係が認められた（表 9）。また、体重の変化量で補正した MS 構成因子数および VFA の減少量と VO_2max および VO_2AT の変化量との間には有意な相関関係はみられなかった（表 10）。

3.5. 減量 1 kg あたりの VFA 減少量と減少率

男性における VFA の減少量は、有意差は認められなかったものの、減量 1 kg あたりの VFA 減少量は、食事群および食事を併用した群よりも運動実践のみの E 群が有意に大きかった。女性においては、VFA の減少量が D 群と DE 群との間に有意差が認められたが、減量 1 kg あたりの VFA 減少量に有意差はなかった（図 1, 2）。なお、体重が減少した一方で VFA が増加したのは者や、体重が増加し VFA が減少した者、体重と VFA とともに増加した者は、男性 D 群で 1 名（1.4%）、W 群 29 名（33.3%）、J 群 5 名（31.3%）、女性 D 群で 18 名（9.8%）、DE 群 12 名（8.1%）、DA 群 1 名（5.6%）、DW 群 6 名（6.8%）、DR 群 5 名（13.5%）であった。

4. 考察

本研究は、食事改善、運動実践、およびそれらを併用した生活習慣改善介入が MS に及ぼす効果について比較した結果、食事改善および運動実践で有意に MS 構成因子数や MS の最重要因子である VFA が有意に減少したことから、MS が改善したと考えられるが、運動実践のみよりも食事改善のほうがその効果は大きく、さらに運動実践に食事改善を併用したほうが、最も効果が大きかった。運動実践に食事改善を併用した群は、もっとも体重減少量が大きく、MS の改善効果と体重の変化量との間に有意な相関関係が認められたことから、MS の改善には、体重減少をもたらすことが最も重要であり、効果的に体重減少をもたらす方法である運動実践と食事改善の併用が、MS の改善方法として最も有効であることが示唆された。一方、男性の W 群は D 群や DE 群と比べて、体重減少 1 kg あたりの VFA 減少量や減少率が有意に高く、J 群においても有意ではないが D 群や DE 群よりも高い傾向にあった。本研究は、大きな体重減少を伴わずしても、運動実践によって VFA が減少する可能性があるという先行研究^{2, 14, 15)}の報告を裏付ける結果となった。笹井ら²⁾は、体重減少で補正した VFA の減少量および減少率を比較しており、そのデータの中には、体重が減少したものの VFA が増加した者や体重が増加したものの VFA が減少した者、体重と VFA 共に増加した者のデータが含まれている可能性がある。しかしながら、本研究は、体重と VFA が共に減少した対象のみで検討している。ただし、体重が減少しても VFA が増加した者、体重が増加しても VFA が減少した者、体重と VFA 共に増加した者が存在したことから、

このような現象に該当した対象者を除いて検討することが望ましいかは今後の課題である。

なお、本研究の結果から、エネルギー摂取量は目標値を達成していたことから、食事制限を併用した群においては、エネルギー摂取量による影響はなかった。一方で、身体活動量や歩数においては、女性の DA 群や DR 群、DAq 群で baseline に比べてやや低下または変化がなかった。これは、身体活動量を加速度計によって測定したためと考えられる。DAq 群は、水中運動なので活動量計を装着できなかったことから、測定値以上の身体活動量が得られていたはずである。DR 群は上半身のレジスタンス運動を伴い、下半身においても加速度を伴わないマシンを用いたレジスタンス運動をおこなったことから、測定値以上の身体活動量が得られていたと思われる。同様に、DA 群においても、ウォーキング以上に上半身の動作を伴うため、測定値以上の身体活動量が得られていたと思われる。また、それぞれ VO₂max や VO₂AT が有意に向上していることから、十分に身体活動量を有していたことが伺える。

体力は、生活習慣病やメタボリックシンドロームの独立した危険因子である¹⁶⁻¹⁸⁾。食事改善群よりも運動実践群のほうが体力は有意に向上していたため、体力面から考えると、運動実践は健康づくりに有効であるといえる。しかしながら、本研究結果においては、MS 構成因子数や VFA の減少量は、VO₂max や VO₂AT の変化量との間に有意な相関係数が認められなかった。先行研究は、数年間に亘って追跡した縦断研究であるのに対し、本研究における運動実践期間は 3 ヶ月間と短かったため、体力の向上が MS 構成因子への改善や VFA の減少に及ぼす影響に時間的なズレが生じた可能性が考えられる。Ohkawara et al.³⁾ は、VFA を 10% 減少させるためには、週当たり 10 METs・h の運動を 27 週間継続する必要があることを報告している。この報告は、複数の研究報告を系統的レビューした結果であるため、実際に縦断的に検討したものではないことから、今後、詳細な検討が待たれるが、このことから、運動実践による VFA 減少効果が得られるには 3 ヶ月以上の長期におよぶ習慣化が必要かもしれない。ただし、VO₂max や VO₂AT はそれぞれの群で有意に増加していることから、体力向上効果は十分に得られる運動であったといえる。なお、DA 群や DR 群、DAq 群の身体活動量が低下していたが、DR 群は腰部の加速度が伴わない運動が多く、DAq 群は水中運動のため加速度計を装着できなかったことによるものであり、実践した運動量が不十分というものではない。

本研究は、運動種目の違いによって体重減少量や MS 構成因子数、VFA 減少効果の違いがあるかを明らかにすることも目的のひとつであった。しかしながら、運動種目による体重減少量や MS 構成因子数、VFA 減少効果の違いは認められなかった。女性群は全員、同様の食事制限をおこなっていることから、男性よりも運動種目による効果の違いが検証できるが、体重ほか、MS 構成因子数や VFA の減少量に有意な差は認められなかった。DR 群以外は、主に有酸素性運動を中心としていた群では、同じ食事制限を伴いながら、体重減少や VO₂max や VO₂AT にも差はなかったことから、運動強度や運動量も同程度であったと考えられる。一方、DR 群とその他の群で効果に差が生じなかったのは、運動中のエネルギー消費量を測定できていないので明確にはできないが、無酸素性運動の代表ともいえるレジスタンス運動も、長時間続ければエネルギーを必要とするため、他の運動実践と同じエネルギーを消費したのかもしれない。また、活発な筋活動は糖・脂質代謝の好転も期待できる¹⁹⁾ ことや、血中の成長ホルモン濃度が一過性に上昇することで、それに伴う脂質代謝が向上する²⁰⁾ など、いくつかの要因が考えられる。したがって、無酸素性運動も MS 構成因子数や VFA 減少に貢献する可能性がある。

運動は、人によって趣向が異なる。運動が心理的效果にも影響するため²¹⁾、無理に嫌いな種目

をすると効果が薄れる可能性もある。本研究は、無作為抽出・割付ではないという限界があるが、対象者それぞれが希望する減量方法を選択して減量に取り組んだ結果であることを考慮すると、3ヵ月間の短期間で、体重やMS構成因子数、VFAを（効率よく）減少させるためには、運動の種目にこだわることなく、好みの運動を継続的に実践することが望ましいといえる。

減量することと体力を維持増進することは、それぞれ健康づくりの1つの手段であるが、一概に優劣付け難い。高度肥満者や重篤な不整脈を有する者のように、明らかに運動実践による障害リスクが高い者には、食事制限からおこなう必要があり、一方、肥満とは言えず、食事も細心の注意を払っているにも関わらず、やや血圧が高い、中性脂肪が高いという者やどうしても運動のほうが行動に移しやすいという者には、運動実践から始めても良いだろう。急を要するのであれば、個人の嗜好に合わせるほうが習慣化につながりやすいであろう。田中ら²²⁾は、アメリカスポーツ医学会²³⁾などが慢性疾患ごとに詳細な運動指針を示している画一的な運動処方では、多くの人に同等の効果がもたらされるわけではなく、性、年齢、体格、運動に対する価値観などによって異なるため、この指針は「踏まえておくほうがよい基準」「平均的な基準」と捕らえておくべきであると提案している。

5. まとめ

エネルギー消費量を負にしやすい食事改善が、大きな減量効果とMS改善効果をもたらした。一方、運動実践のみの群は、食事制限を用いた群よりも、減量効果、MS改善効果の絶対量が小さかったものの、MSの最重要構成因子であるVFAの体重減少1kgあたりの減少効果は最も大きく、体力の向上も大きかったことから、運動実践も健康づくりには有効であると示唆された。なお、運動種目別の効果は認められなかったことから、どの運動種目を選ぶかは、個人の好みや生活環境などに合わせると良い。対象者の目的や特徴（疾患や障害の有無）、嗜好などに応じて、主に食事改善を用いるか、運動実践を用いるか、両者を併用すべきかを柔軟に選択するのが望ましい。

文献

- 1) Iso H, Sato S, Kitamura A, et al. Metabolic syndrome and the risk of ischemic heart disease and stroke among Japanese men and women. *Stroke* 2007; 38: 1744-1751.
- 2) Ohkawara K, Tanaka S, Miyachi M, Takata-Ishikawa K, Tabata I. A dose-response relation between aerobic exercise and visceral fat reduction: systematic review of clinical trials. *Int J Obes* 2007; 31: 1786-1797.
- 3) 笹井浩行, 片山靖富, 沼尾成晴, 中田由夫, 田中喜代次. 中年肥満男性における運動実践が内臓脂肪に及ぼす影響-食事改善との比較- *体力科学* 2008; 57: 89-100.
- 4) Tanaka K, Okura T, Shigematsu R, et al. Target value of intraabdominal fat area for improving coronary heart disease risk factors. *Obes Res* 2004; 12: 695-703.
- 5) 片山靖富, 中田由夫, 大河原一憲ら. 食事制限と運動実践による血清脂質の変化が血液流動性に及ぼす影響-減量前後の変化に着目して-. *肥満研究* 2006; 12: 225-33.
- 6) 田中喜代次. 運動・身体活動と公衆衛生(3) 元気長寿に向けた良質の導きとは. *日本公衆衛生雑誌* 2008, 55: 350-354.
- 7) 大河原一憲, 田中茂穂. 3章 運動プログラム作成-基本的運動プログラムに関するエビデンス

- スと具体例一。(編著) 田畑 泉. メタボリックシンドローム解消ハンドブック. 杏林書院, 東京, 58-86, 2008.
- 8) 香川芳子. 五訂版食品 80 キロカロリーガイドブック. (編) 女子栄養大学出版部, 女子栄養大学出版部, 東京, 2002.
- 9) 田中喜代次, 大藏倫博. スマートダイエット～メタボリックシンドローム予防・改善のための減量指導～. (編) 健康・体力づくり事業財団, 健康・体力づくり事業財団, 東京, 2007.
- 10) Borg GA. Perceived exertion: a note on “history” and methods. *Med Sci Sports* 1973; 5: 90-93.
- 11) Friedewald WT, Levy RL, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without use of the preparative ultracentrifuge. *Clin Chem* 1972; 18: 499-502.
- 12) Tanaka K, Takesima N, Kato T, Niihata S, Ueda K. Critical determinants of endurance performance in middle-aged and elderly endurance runners with heterogeneous training habits. *Eur J Appl Physiol* 1990; 59: 443-449.
- 13) Beaver WL, Wasserman K, Whipp BJ. A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange. *J Appl Physiol* 1986; 60: 2020-2027.
- 14) Ross R, Dagnone D, Jones P J H, et al. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. *Ann Intern Med* 2000; 133: 92-103.
- 15) Ross R, Janssen I, Dawson J, et al. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obesity Res* 2004; 12: 789-798.
- 16) Talbot LA, Morrell CH, Metter EJ, Fleg JL. Comparison of cardiorespiratory fitness versus leisure time physical activity as predictors of coronary events in men aged ≤ 65 years and > 65 years. *Am J Cardiol* 2002; 89: 1187-1192.
- 17) Blair SN. Revisiting fitness and fatness as predictors of mortality. *Clin J Sports Med* 2003; 13: 319-320.
- 18) Katzmarzyk PT, Church TS, Blair SN. Cardiorespiratory fitness attenuates the effect of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Arch Intern Med* 2004; 164: 1092-1097.
- 19) Snowling NJ, Hopkins WG. Effects of different modes of exercise training on glucose control and risk factors for complications in type 2 diabetic patients. *Diabetes Care* 2006; 29: 2518-2527.
- 20) Stokes K. Growth hormone response to sub-maximal and sprint exercise. *Growth Horm IGF Res* 2003; 13: 225-238.
- 21) International Society of Sports Psychology. Physical activity and psychological benefits: A position statement. *The Sport Psychologist* 1992; 6: 199-203.
- 22) 田中喜代次, 片山靖富, 野又康博, 林容市, 新村由恵. 生活習慣病予防のための運動処方 of 基本的考え方とその実際. *日本臨床* 2008; 66 suppl 7: 212-217.
- 23) American College of Sports Medicine. ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription (6th ed.), Williams & Wilkins: Philadelphia, 2000.

Table1 Changes in physical characteristics in men

		D group	DE group	DW group	W group	J group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
N		70	23	18	87	16		
Age, yr	Baseline	46.9 ± 9.8	49.9 ± 11.7	51.3 ± 12.3	51.7 ± 10.3	44.7 ± 9.9	n.s.	
Height, cm	Baseline	169.3 ± 5.4	170.4 ± 6.3	167.4 ± 4.9	168.4 ± 6.7	172.6 ± 5.3	n.s.	
Weight, kg	Baseline	82.4 ± 11.4	82.0 ± 12.5	74.8 ± 6.2	85.1 ± 12.8	86.0 ± 8.9	DW < W	
	Change	-7.8 ± 3.8 *	-9.1 ± 3.6 *	-8.3 ± 5.3 *	-2.8 ± 2.6 *	-3.2 ± 2.9 *	W, J < D, DE, DW	< 0.001
BMI, kg/m ²	Baseline	28.7 ± 3.2	28.1 ± 2.6	26.7 ± 1.8	30.0 ± 3.8	28.8 ± 2.0	DW < W	
	Change	-2.7 ± 1.3 *	-3.1 ± 1.1 *	-2.9 ± 1.9 *	-1.1 ± 0.9 *	-1.1 ± 0.9 *	W, J < D, DE, DW	< 0.001
% fat, %	Baseline	32.1 ± 4.9	31.5 ± 4.2	28.9 ± 4.9	31.8 ± 4.8	24.3 ± 3.2	J < D, DE, DW	
	Change	-2.7 ± 1.3 *	-3.1 ± 1.1 *	-2.9 ± 1.9 *	-1.0 ± 0.9 *	-1.1 ± 0.9 *	W, J < D, DE, DW	< 0.001

* Significant difference from baseline value ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DW, diet + walking; W, walking; J, jogging; BMI, body mass index

Table2 Changes in physical characteristics in women

		D group	DE group	DA group	DW group	DR group	DAq group	E group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
N		184	149	18	88	37	10	2		
Age, yr	Baseline	49.8 ± 8.1	51.3 ± 9.3	50.1 ± 5.2	49.2 ± 8.4	42.2 ± 7.4	55.7 ± 8.6	58.5	DR < D, DE, DA, DW, DAQ	
Height, cm	Baseline	155.2 ± 5.6	155.3 ± 5.1	156.1 ± 5.7	154.5 ± 5.8	159.2 ± 5.5	155.6 ± 4.9	152.8	DR < D, DE, DW	
Weight, kg	Baseline	67.3 ± 9.8	66.5 ± 9.0	72.2 ± 7.2	65.3 ± 8.8	67.6 ± 7.7	66.2 ± 5.4	59.9	n.s.	
	Change	-7.0 ± 2.9 *	-8.4 ± 2.8 *	-9.4 ± 3.2 *	-7.8 ± 3.1 *	-9.1 ± 3.3 *	-7.5 ± 2.6 *	-3.2	D < DE, DA, DR	< 0.001
BMI, kg/m ²	Baseline	27.9 ± 3.5	27.5 ± 2.8	29.6 ± 2.7	27.3 ± 3.0	26.7 ± 2.6	27.4 ± 2.0	25.7	DR < DA	
	Change	-2.9 ± 1.2 *	-3.4 ± 1.1 *	-3.8 ± 1.3 *	-3.3 ± 1.3 *	-3.6 ± 1.1 *	-3.0 ± 1.1 *	-1.7	D < DE, DA, DR	< 0.001
% fat, %	Baseline	37.5 ± 5.6	37.8 ± 5.7	39.6 ± 4.3	37.3 ± 5.3	34.9 ± 4.5	41.4 ± 2.9	39.6	n.s.	
	Change	-2.9 ± 1.2 *	-3.4 ± 1.1 *	-3.8 ± 1.3 *	-3.3 ± 1.3 *	-3.6 ± 1.1 *	-3.0 ± 1.1 *	-1.7	D < DE, DA, DR	< 0.001

* Significant difference from baseline value ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DA, diet + aerobics, DW, diet + walking; DR, diet + resistance training; DAq, diet + aqua-exercise; E, exercise; BMI, body mass index

Table 3 Changes in metabolic syndrome components and cardiovascular disease risk factors in men

		D group	DE group	DW group	W group	J group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
Number of MetSyn components, numbers	Baseline	2.06 ± 1.15	2.43 ± 0.95	2.00 ± 0.69	2.40 ± 0.90	1.56 ± 0.8	J < W	
	Change	-0.9 ± 1.11 *	-1.52 ± 1.04 *	-1.33 ± 0.91 *	-0.34 ± 0.80 *	-0.06 ± 1.81	W, J < D, DE, DW	< 0.001
VFA, cm ²	Baseline	176.1 ± 65.4	154.2 ± 49.3	163.1 ± 46.4	190.3 ± 57.1	151.4 ± 57.9	n.s.	
	Change	-50.1 ± 41.2 *	-62.6 ± 32.7 *	-65.0 ± 38.4 *	-27.3 ± 38.9 *	-21.0 ± 20.1 *	W < D, DE, DW; J < DE, DW	< 0.001
Waist, cm	Baseline	98.0 ± 9.2	94.7 ± 7.2	93.8 ± 5.8	101.8 ± 8.5	99.2 ± 5.2	W < D, DE, DW	
	Change	-7.5 ± 4.4 *	-8.4 ± 3.7 *	-9.2 ± 5.2 *	-3.8 ± 3.1 *	-2.3 ± 3.6 *	W, J < D, DE, DW	< 0.001
SBP, mmHg	Baseline	130 ± 15	136 ± 22	132 ± 16	137 ± 17	127 ± 17	n.s.	
	Change	-11 ± 12 *	-13 ± 15 *	-11 ± 13 *	-2 ± 10 *	-4 ± 14	W < D, DE, DW; J < DE, DW	< 0.001
DBP, mmHg	Baseline	86 ± 11	91 ± 11	82 ± 12	91 ± 12	85 ± 13	n.s.	
	Change	-8 ± 7 *	-12 ± 10 *	-7 ± 11 *	-1 ± 9	-3 ± 10	W < D, DE; J < DE	< 0.001
TG, mg/dL	Baseline	164.5 ± 115.4	166.5 ± 93.3	155.2 ± 49.9	163.7 ± 94.0	152.3 ± 80.0	n.s.	
	Change	-46.2 ± 104.7 *	-92.9 ± 86.8 *	-75.1 ± 44.5 *	-32.1 ± 76.4 *	8.3 ± 88.3	W, J < DE	0.002
HDL-C, mg/dL	Baseline	54.1 ± 10.5	53.2 ± 12.9	54.6 ± 12.1	53.2 ± 13.2	53.4 ± 11.5	n.s.	
	Change	1.8 ± 9.3	4.4 ± 9.8 *	8.2 ± 9.9 *	1.7 ± 5.4 *	3.9 ± 8.8	D, W < DW	0.019
FBG, mg/dL	Baseline	100.3 ± 15.8	108.6 ± 26.5	94.7 ± 10.7	104.2 ± 22	94.7 ± 8.1	n.s.	
	Change	-4.3 ± 11.1 *	-11.8 ± 17.9 *	-4.9 ± 11.1	-0.5 ± 16.3	-0.6 ± 6.0	DE < W	0.012
LDL-C, mg/dL	Baseline	127.3 ± 31.1	128.8 ± 36.8	141.5 ± 37.0	133.7 ± 34.9	123.3 ± 30.4	n.s.	
	Change	-12.1 ± 24.1 *	-17.2 ± 29.0 *	-17.0 ± 25.5 *	-8.0 ± 18.8 *	8.7 ± 27.3	n.s.	0.324

* Significant difference from baseline value (p < 0.05)

D, diet; DE, diet + exercise; DW, diet + walking; W, walking; J, jogging; VFA, visceral fat area; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TG, triglycerides; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; FPG, fasting plasma glucose; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol

Table 4 Changes in metabolic syndrome components and cardiovascular disease risk factors in women

		D group	DE group	DA group	DW group	DR group	DAq group	E group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
Number of MetSyn components, numbers	Baseline	1.37 ± 1.07	1.36 ± 1.09	1.56 ± 1.15	1.36 ± 1.09	0.78 ± 0.82	1.30 ± 0.95	1.50 ± 0.71	D < DR	
	Change	-0.59 ± 0.88 *	-0.93 ± 0.86 *	-0.89 ± 1.02 *	-0.88 ± 0.93 *	-0.51 ± 0.77 *	-0.70 ± 0.82 *	-1.00 ± 1.41	D < DE	0.009
VFA, cm ²	Baseline	369.3 ± 96.7	364.8 ± 83.5	403.2 ± 85.7	350.3 ± 98.0	322.0 ± 90.3	394.1 ± 101.4	335.1 ± 30.2	DR < DA	
	Change	-26.3 ± 21.8 *	-35.8 ± 27.0 *	-25.2 ± 22.6 *	-30.0 ± 23.5 *	-25.4 ± 25.2 *	-28.0 ± 28.8 *	-15.4 ± 52.0	D < DE	0.020
Waist, cm	Baseline	94.9 ± 9.6	94.1 ± 7.5	100.9 ± 8.1	93.2 ± 9.6	88.8 ± 6.8	99.5 ± 8.1	90.3 ± 1.1	DE, DW, DR < DA	
	Change	-7.2 ± 4.7 *	-8.7 ± 4.1 *	-11.5 ± 3.8 *	-8.6 ± 3.5 *	-8.3 ± 3.6 *	-10.5 ± 6.5 *	-4.8 ± 4.7	D < DE, DA	< 0.001
SBP, mmHg	Baseline	135 ± 21	131 ± 17	140 ± 16	136 ± 18	130 ± 17	130 ± 9	126 ± 11	n.s.	
	Change	-11 ± 13 *	-13 ± 11 *	-13 ± 7 *	-13 ± 12 *	-11 ± 11 *	-6 ± 15	2 ± 11	n.s.	0.240
DBP, mmHg	Baseline	84 ± 12	81 ± 9	84 ± 9	85 ± 11	81 ± 11	79 ± 7	88 ± 0	n.s.	
	Change	-6 ± 9 *	-8 ± 8 *	-11 ± 10 *	-7 ± 9 *	-7 ± 10 *	-4 ± 10	-4 ± 8	n.s.	0.115
TG, mg/dL	Baseline	106.4 ± 57.8	115.1 ± 74.7	117.5 ± 42.8	123.2 ± 117.0	96.5 ± 46.4	117.5 ± 111.5	116.5 ± 48.8	n.s.	
	Change	-25.9 ± 44.8 *	-44.8 ± 61.6 *	-45.6 ± 39.8 *	-45.4 ± 114.8 *	-34.8 ± 34.8 *	-36.7 ± 106.0	-41.5 ± 44.5	n.s.	0.208
HDL-C, mg/dL	Baseline	61.0 ± 16.2	61.8 ± 13.3	63.0 ± 13.5	64.0 ± 14.0	68.3 ± 11.1	67.1 ± 16.4	50.5 ± 4.9	n.s.	
	Change	0.5 ± 7.4	1.9 ± 8.7 *	0.3 ± 8.3	0.6 ± 10.7	-3.5 ± 7.5 *	-0.5 ± 7.6	-2.5 ± 6.4	DR < DE	0.055
FBG, mg/dL	Baseline	96.4 ± 15.8	101.9 ± 26.2	101.0 ± 21.1	99.9 ± 22.4	93.5 ± 16.5	105.6 ± 23.6	91 ± 4.2	n.s.	
	Change	-4.9 ± 11.7 *	-10.4 ± 19.2 *	-11 ± 16.5 *	-8.6 ± 13.9 *	-6.5 ± 16.3 *	-11.4 ± 20.7	-3.5 ± 6.4	D < DE	0.048
LDL-C, mg/dL	Baseline	139.2 ± 32.5	144.3 ± 33.0	149.5 ± 43.7	136.7 ± 31.9	126.2 ± 26.1	131.4 ± 34.8	196.7 ± 19.9	n.s.	
	Change	-7.7 ± 23.3 *	-18.0 ± 22.4 *	-15.4 ± 15.9 *	-6.1 ± 22.9 *	-11.2 ± 20.1 *	-10.5 ± 22.6	-24.7 ± 14.6	D, DW < DE	0.001

* Significant difference from baseline value (p < 0.05)

D, diet; DE, diet + exercise; DA, diet + aerobics, DW, diet + walking; DR, diet + resistance training; DAq, diet + aqua-exercise; E, exercise; VFA, visceral fat area; SBP, systolic blood pressure; DBP, diastolic blood pressure; TG, triglycerides; HDL-C, high-density lipoprotein cholesterol; FPG, fasting plasma glucose; LDL-C, low-density lipoprotein cholesterol

Table5 Changes in physical fitness in men

		D group	DE group	DW group	W group	J group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
Vo ₂ AT, mL/min/kg	Baseline	18.0 ± 3.3	18.7 ± 3.5	17.4 ± 2.7	17.1 ± 3.3	19.0 ± 3.6	n.s.	
	Change	0.5 ± 2.3	2.2 ± 2.7 *	3.0 ± 3.3 *	2.5 ± 2.8 *	2.3 ± 3.5 *	n.s.	< 0.001
Vo ₂ max, mL/min/kg	Baseline	30.7 ± 5.8	31.9 ± 5.4	30.0 ± 4.1	29.1 ± 5.0	31.4 ± 4.3	n.s.	
	Change	2.2 ± 3.3 *	4.6 ± 4.4 *	5.1 ± 3.8 *	3.7 ± 4.2 *	4.8 ± 3.5 *	D < DW, W, J	0.005
Leg power, kg	Baseline	85.3 ± 21.2	79.7 ± 30.4	—	—	—	n.s.	
	Change	0.5 ± 10.8	3.0 ± 14.2	—	—	—	n.s.	

* Significant difference from baseline value ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DW, diet + walking; W, walking; J, jogging

Table6 Changes in physical fitness in women

		D group	DE group	DA group	DW group	DR group	DAq group	E group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
Vo ₂ AT, mL/min/kg	Baseline	14.5 ± 2.5	14.1 ± 2.1	15.6 ± 2.8	15.6 ± 2.0	15.6 ± 2.1	14.0 ± 2.5	19.0 ± 5.0	D, DE < DW; DE < DR	
	Change	1.5 ± 2.2 *	3.1 ± 2.8 *	2.2 ± 2.0 *	1.9 ± 2.2 *	2.7 ± 1.8 *	1.9 ± 2.7	3.1 ± 5.6	D, DW < DE	< 0.001
Vo ₂ max, mL/min/kg	Baseline	24.3 ± 4.3	23.8 ± 3.6	25.5 ± 3.7	25.5 ± 3.5	26.4 ± 4.7	23.3 ± 3.0	25.8 ± 3.7	DE < DW, DR	
	Change	3.2 ± 3.4 *	5.8 ± 4.0 *	4.2 ± 2.4 *	3.7 ± 3.5 *	6.3 ± 3.4 *	3.1 ± 4.4	1.7 ± 3.3	D < DE, DR; DE < DW; DW < DR	< 0.001
Leg power, kg	Baseline	55.6 ± 12.9	—	55.7 ± 18.0	53.9 ± 14.0	60.7 ± 17.4	—	—	n.s.	
	Change	3.8 ± 13.2	—	11.4 ± 15.1 *	-0.1 ± 10.6	7.0 ± 12.9 *	—	—	DW < DA, DR	0.005

* Significant difference from baseline value ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DA, diet + aerobics; DW, diet + walking; DR, diet + resistance training; DAq, diet + aqua-exercise; E, exercise

Table7 Changes in energy intake, energy expenditure, and physical activity in men

		D group	DE group	DW group	W group	J group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
TEI, kcal/day	Baseline	2111 ± 339.9	—	2169 ± 411.6	2237 ± 464.2	2187 ± 404.3	n.s.	
	Change	-566 ± 402 *	—	-632 ± 378.7 *	-16.0 ± 439.8	-258 ± 498.9	D, DW < W	< 0.001
TEE, kcal/day	Baseline	2367 ± 300.4	2346.0 ± 240.9	2269 ± 272.3	2338.0 ± 258.1	2470 ± 226.2	n.s.	
	Change	-33.7 ± 126.8	-15.4 ± 163.9	13.2 ± 164.6	178.5 ± 141.2 *	164.6 ± 119.1 *	D, DE, DW < W; D, DE < J	< 0.001
AEE, kcal/day	Baseline	291.7 ± 150.4	303.6 ± 117.2	277.3 ± 152.6	277.0 ± 110.1	316.5 ± 105	n.s.	
	Change	8.6 ± 89.8	52.9 ± 113.3 *	70.6 ± 178.9	166.5 ± 120.6 *	172.7 ± 99.4 *	D, DE < W, J	< 0.001
Steps, steps/day	Baseline	7859 ± 3314	8330 ± 3162	7845 ± 3601	7541 ± 2527	8390 ± 2649	n.s.	
	Change	520 ± 2143	1351 ± 2422 *	1864 ± 4428	3469.0 ± 2789 *	3156 ± 2041 *	D, DE < W; D < J	< 0.001

* Significant difference from baseline value ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DW, diet + walking; W, walking; J, jogging; TEI, total energy intake; TEE, total energy expenditure; AEE, active energy expenditure

Table8 Changes in energy intake, energy expenditure, and physical activity in women

		D group	DE group	DA group	DW group	DR group	DAq group	E group	ANOVA	P for interaction
		Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD	Mean ± SD		
TEI, kcal/day	Baseline	1856.0 ± 390.4	1901 ± 293.0	1841 ± 373.9	1945 ± 403.6	2256 ± 734.6	2134 ± 418.5	—	D, DE, DA, DW < DR	
	Change	-719 ± 381.8 *	-767 ± 281.5 *	-937 ± 468.0 *	-693 ± 465.4 *	-1065 ± 704.6 *	-818 ± 419.6 *	—	D, DE, DW < DR	0.002
TEE, kcal/day	Baseline	1929 ± 187.6	1922 ± 272.1	2083 ± 212.1	1906 ± 245.0	2002 ± 158.4	1886 ± 162.1	—	n.s.	
	Change	-91.0 ± 181.9 *	-16.1 ± 174.9	-135 ± 175.4 *	-15.9 ± 209.4	-119 ± 90.3 *	-209 ± 51.8 *	—	n.s.	0.041
AEE, kcal/day	Baseline	264.4 ± 117.2	256.6 ± 184.8	370.6 ± 144.0	283.0 ± 111.6	263.2 ± 101.0	293.4 ± 118.1	—	n.s.	
	Change	-35.6 ± 118.2 *	24.9 ± 144.3	-87.5 ± 124.9 *	47.2 ± 130.3 *	-28.8 ± 66.2	-103 ± 26.9 *	—	D, DA < DW	0.001
Steps, steps/day	Baseline	8175 ± 2498	—	9817 ± 3117	9484 ± 2761	8551 ± 2930	10317 ± 3461	—	n.s.	
	Change	50 ± 2227	—	-888 ± 2664	1356 ± 3198 *	-65 ± 1878	-2547 ± 1534 *	—	n.s.	0.007

* Significant difference from baseline value ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DA, diet + aerobics, DW, diet + walking; DR, diet + resistance training; DAq, diet + aqua-exercise; E, exercise; TEI, total energy intake; TEE, total energy expenditure; AEE, active energy expenditure

Table9 Relationship between changes in number of MS components and VFA and changes in weight, BMI, %fat, and waist.

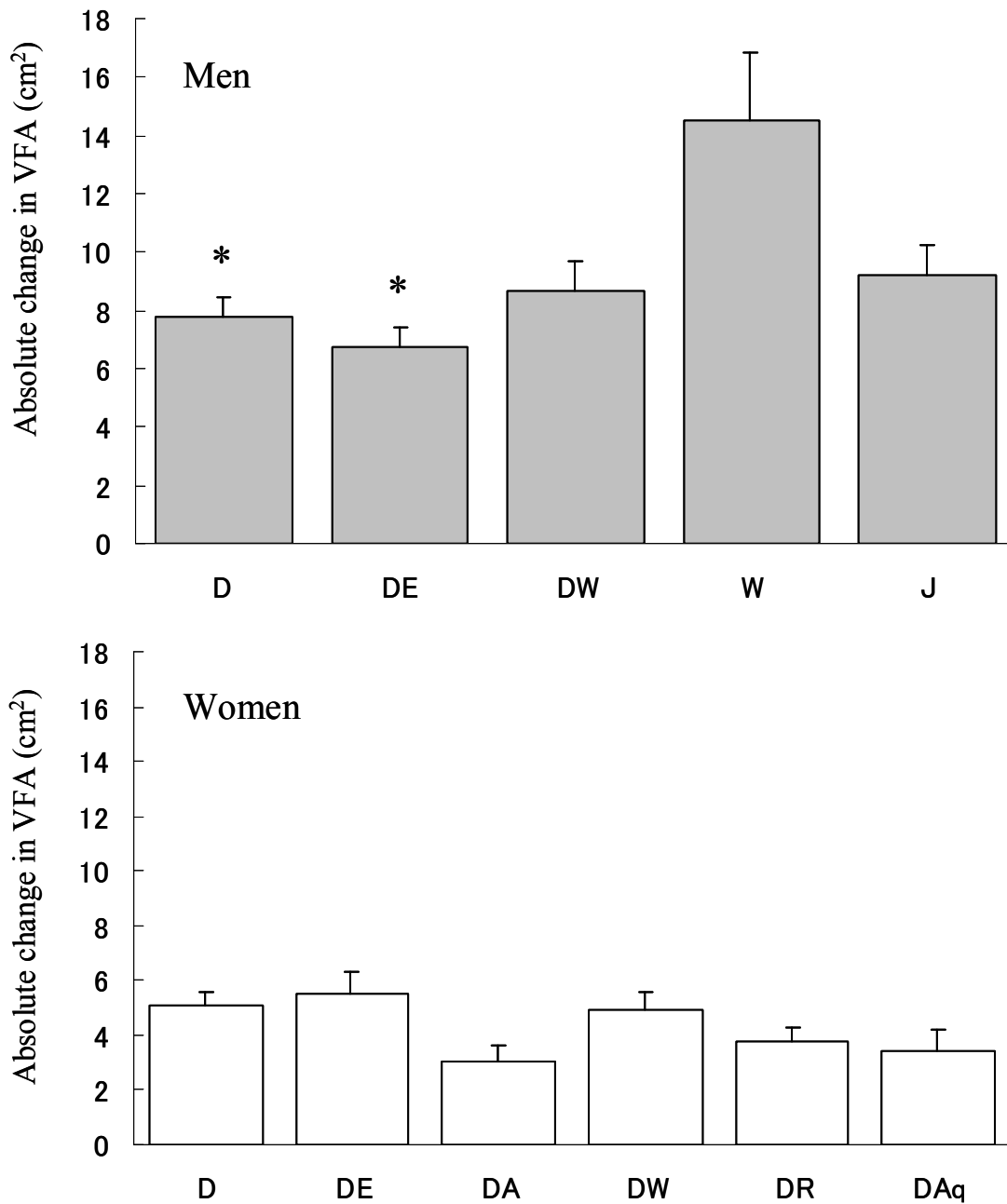
		Δ VFA	Δ weight	Δ BMI	Δ %fat	Δ waist
Δ number of MS components	r	0.39	0.35	0.33	0.33	0.28
	p	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01
Δ VFA	r		0.39	0.34	0.34	0.32
	p		< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.01

MS, metabolic syndrome; VFA, visceral fat area; BMI, body mass index

Table10 Relationship between changes in number of MS components and VFA and changes in Vo_2 max and Vo_2 AT by partial correlation coefficients (r) adjusted for change in weight

		Δ Vo_2 max	Δ Vo_2 AT
Δ number of MS components	r	0.02	-0.01
	p	0.66	0.87
Δ VFA	r	0.05	-0.01
	p	0.20	0.72

MS, metabolic syndrome; VFA, visceral fat



Figur1. Absolute change in VFA in each group

* Significant difference between W group by post-hoc test ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DA, diet + aerobics, DW, diet + walking; DR, diet + resistance training; DAq, diet + aqua-exercise; E, exercise; W, walking; J, jogging

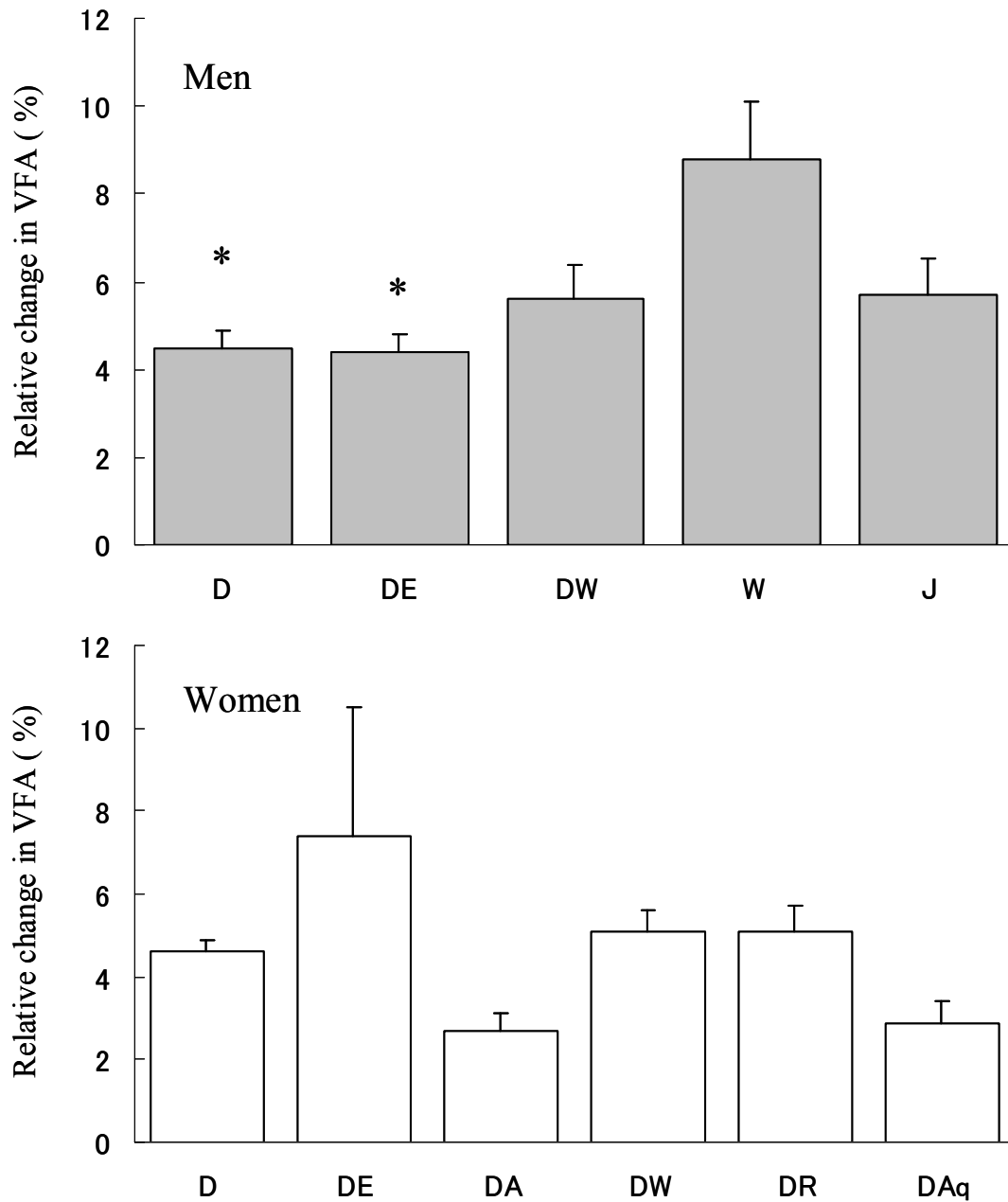


Figure2. Relative change in VFA in each group

* Significant difference between W group by post-hoc test ($p < 0.05$)

D, diet; DE, diet + exercise; DA, diet + aerobics, DW, diet + walking; DR, diet + resistance training; DAq, diet + aqua-exercise; E, exercise; W, walking; J, jogging