

研 究 報 告

地域住民を対象とした食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムが 体力および動脈硬化危険因子に及ぼす効果

Effects of dietary modification and exercise training program on physical fitness and cardiovascular disease risk factors in community-dwelling adults

沼尾成晴¹, 黒崎喬嗣², 内田遼太², 末廣れい³, 中垣内真樹¹

要約

【目的】 地域住民に6ヶ月間の食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムを提供した。また、プログラム効果を検証するため、プログラム前後の体力および動脈硬化危険因子の変化を調査した。

【方法】 対象者は宮崎県木城町在住の成人男女13名(46.6±9.4歳)であった。対象者は6ヶ月間(2022年7~12月)の食事改善と運動実践プログラム(週1回, 1回75分, 24回)に参加した。プログラムの前後で形態, 身体組成, 体力, 食事量, 身体活動量調査, および血液検査を実施した。

【結果】 食事改善と運動実践プログラム前後において, 体重は有意な減少を示さなかったものの, 腹囲は減少傾向にあった。体力項目は, 上体起こし, および推定した最大酸素摂取量がプログラム前後で有意に改善した。また, 血液検査項目では, HbA1cがプログラム前後で有意に改善した。食事量および身体活動量はプログラム前後で変化はなかった。

【結論】 食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムにより複数の体力項目および動脈硬化危険因子の改善が認められた。このことから, 提供したプログラムが地域住民の健康増進に寄与したと推察される。

緒言

日本における生活習慣病の予防・改善は, 個人的, および社会的課題である。生活習慣病は, 動脈硬化性疾患である脳血管疾患および心血管疾患の発症リスクを高める(Gaede et al., 2003)。日本では, 全死亡者数に占める生活習慣病による死亡者数は, 約半数を占める(厚生労働省, 2023)。他方, 生活習慣病による医療費も年々高まりみせており(厚生労働省; 健康保険組合連合会, 2021; 2022), 医療費の高騰に拍車をかけている。よって, 生活習慣病を予防することは, 個人が健康に末永く生きるだけでなく, 社会保障制度を維持するために重要である。

これまでに国内外で生活習慣病に対する食事改善と運動実践の有用性が数多く示されており, 生活習慣病の予防・改善には食事改善と運動実践が推奨されている(厚生労働省, 2013; 2020a)。つまり, 生活習慣病の予防・改善を推進するためには, 食事改善と運動実践を社会全体に促進することが求められている。しか

しながら, 個人によっては食事改善と運動実践を実行することが難しい現状もある。「仕事や家事が忙しく時間がない」が食事改善や運動実践のできない要因として共通し, 「場所や施設がない」「仲間がいない」「指導者がいない」などが運動実践のできない要因に挙げられている(厚生労働省, 2020b)。よって, 食事改善や運動実践する者を増加させるには, それらの要因を取り除くための方策が必要になろう。その方策の一つとして, 食事改善や運動実践の場を提供することが挙げられよう。このような取り組みは, 食事改善や運動実践できなかった者の取り込みにつながり, 生活習慣病の予防・改善を加速させる一助になるであろう。

そこで我々は, 地域住民を対象に6ヶ月間の食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムを提供した。また, それらの提供したプログラムの効果を検証するため, プログラム前後の体力および動脈硬化危険因子の変化を調査した。

¹ 生涯スポーツ実践センター

² 大学院博士後期課程体育学専攻学

³ ウェルスポ鹿屋

方法

(1) 対象者

対象者は宮崎県木城町在住の成人男女13名(46.6±9.4歳)であった。対象者は自治体の広報誌により募集した。募集には、年齢(20歳以上65歳未満)以外の制限を設けず、住民から広く募集した。すべての対象者は自ら応募してきた。本研究の開始にあたり、すべての対象者には、口頭および文書で本研究の趣旨を十分に説明し、書面にて研究協力への同意を得た。

(2) プログラム内容

プログラム期間は2022年7月～12月の6ヶ月間であった。プログラムは週1回、75分とし、計24回実施した。プログラムの主な内容は、①栄養指導と②運動指導であった。

①栄養指導

栄養指導は管理栄養士が担当した。栄養指導は、講義形式を主として、体重増減の機序(エネルギー摂取と消費のバランス)や生活習慣病などを含め健康な食事に関する事項について7～8月に20分程度説明した。9月以降は、3週に1度の頻度で保健機能食品や外食など栄養に関する身近な情報について5分程度説明した。本研究では、対象者の日常生活における食事は特に管理せず、各自に委ねた。なお、体重減少(減量)を希望する者に対しては、日々の食事内容を日誌に記録してもらい、管理栄養士が適宜個別指導を実施した。

②運動指導

運動指導は健康運動指導士が担当した。運動指導は、集団で実施し、有酸素運動、筋力トレーニング、およびストレッチなどを組み合わせた複合プログラムを実践した。1回の教室は、準備運動(5分)、主運動(50分)、および整理運動(10分)で構成され、主運動の途中に10分程度の休憩を確保した。プログラムで実施した運動種目は、ウォーキング(インターバルウォーキング)やノルディックウォーキング、自重による筋力トレーニング(全身の筋肉)、ラダートレーニング、およびサーキットトレーニングであった。それらを実施する際にはバランスボールやバランスクッションを用いることもあった。教室毎にそれらの種目を組み合わせたプログラムを実施した。

(3) 測定項目

プログラムの前後で、形態、身体組成、体力、食事量、身体活動量調査および血液検査を実施した。詳細は以下の通りである。

①形態および身体組成

身長は身長計で測定した。体重、体脂肪率、体脂肪量、および骨格筋量は多周波数生体電気抵抗法(DC-430A, タニタ社製)を用いて評価した。これらは、着衣分の重量(0.5 kg)を差し引いた上で測定した。Body mass indexは体重(kg)を身長(m)の二乗で除して算出した。腹囲は、伸縮性のないメジャーを用いて、臍位高を立位呼息時に測定した。

②体力

1) 握力

握力は、スマートレー式のデジタル握力計(T.K.K.5401, 竹井機器工業株式会社製)にて測定した。測定は、左右の手を2回ずつ実施し、それぞれの最良値を平均し、代表値とした。

2) 脚筋力

脚筋力は脚筋力測定台(GF-300SGYK, 株式会社ヤガミ製)を用いて測定した。対象者は膝関節が90度になるよう測定台に座り、両足首にベルトを装着した状態で膝を伸展させた際の力(等尺性筋力)を計測した。測定は2回実施し、最良値を代表値とした。

3) 長座体前屈

長座体前屈は、デジタル長座体前屈計(T.K.K.5412, 竹井機器工業株式会社製)により測定した。測定は2回実施し、最良値を代表値とした。

4) 垂直跳び

垂直跳びはデジタル垂直跳び測定器(T.K.K.5406, 竹井機器工業株式会社製)により測定した。測定器のベルトを腰部に巻いた状態で、垂直に跳躍した際の跳躍高を測定した。測定は2回実施し、最良値を代表値とした。

5) 上体起こし

上体起こしは30秒間の上体起こしの回数を測定した。時間はストップウォッチで計測した。測定は1回

実施し、その回数を代表値とした。

6) 1 マイル歩行

1 マイル歩行は、対象者に1 マイルを全力で歩行してもらい、歩行時間および歩行終了時の心拍数を測定した。それらのデータを Rockport1マイル歩行テストの回帰式 (Kline at al., 1987) に代入して、最大酸素摂取量 ($\dot{V}O_{2max}$) を推定した。マイル歩行は、1 回のみ実施し、心拍数の測定には手首式の心拍計 (A370, Polar 社製) を用いた。

なお、握力、長座体前屈および上体起こしの方法は、新体力テスト実施要項 (文部科学省, 1999) に準じて実施した。

③ 血圧

血圧は、10~20分間の安静座位後に、上腕式自動血圧計により収縮期血圧、および拡張期血圧を測定した。

④ 血液検査

血液検査では、12時間以上の絶食後に肘静脈より血液採取した。血液検査測定項目は HDL コレステロール、LDL コレステロール、中性脂肪、血糖、HbA1c であった。これらの分析は一般社団法人日本健康倶楽部に委託した。

⑤ 食事調査

食事摂取量は、食物摂取頻度調査法 (FFQg) を用いて調査した (高橋ら, 2001)。調査は自記式で、調査方法の説明および質問への対応は管理栄養士が担当した。エネルギー摂取量の算出には新 FFQg Ver.6 を使用した。

⑥ 身体活動量調査

身体活動量は、3 軸加速度計 (HJA-750C Active style pro, オムロン株式会社製) を用いて、総エネルギー消費量、身体活動によるエネルギー消費量、および歩数を調査した。対象者には加速度計を7日間連続で腰部に装着することを指示した。その際、入浴や水泳などやむを得ない場合を除いて可能な限り長時間装着するように指示した。なお、加速度計の装着時間が1日につき600分以上かつ4日以上得られたデータを解

析に用いた。

(4) 統計解析

数値は平均値±標準偏差で示す。プログラム前後の形態、身体組成、運動機能、食事および身体活動量の変化を検討するために、対応のある t 検定を用いた。また、効果量 (Cohen's d) を算出した。効果量は0.2を小さい、0.5を中程度、0.8を大きいと判断した。統計解析は統計解析ソフト SPSS Statistics version 28 (日本 IBM 社製) により実施した。本研究の統計的有意水準は5%に設定した。

結果

本研究では、プログラム前後で測定を完了した者を分析対象者とし、測定項目によって分析対象者数が異なる。それぞれの分析対象者数 (n) は、結果の表中に示す。

(1) 形態および身体組成

表1にプログラム前後の形態および身体組成の結果を示す。プログラムの前後で、体重、BMI、体脂肪率、および骨格筋量に有意な変化は認められなかった。腹囲はプログラムの前後で改善傾向 ($p<0.10$) が認められたが、有意な変化ではなかった。

表1 プログラム前後の形態および身体組成

	n	プログラム前	プログラム後	p値	ES
体重(kg)	10	69.2±18.7	69.0±19.0	0.480	0.23
BMI(kg/m ²)	10	26.5±4.7	26.5±4.8	0.584	0.18
体脂肪率(%)	10	32.6±8.1	33.1±7.6	0.137	0.52
骨格筋量(kg)	10	43.6±11.2	42.3±11.7	0.166	0.48
腹囲(cm)	10	92.6±13.5	90.5±14.1	0.094	0.59

数値は平均値±標準偏差を示す。
BMI: body mass index, ES: 効果量

(2) 体力

表2にプログラム前後の体力の結果を示す。プログラムの前後で、握力、脚筋力、および長座体前屈に、有意な変化は認められなかった。一方、プログラムの前後において、上体起こし、および1マイル歩行で推定した $\dot{V}O_{2max}$ は有意に増加した ($p<0.05$)。垂直跳びは改善傾向にあり ($p<0.10$) が、有意性は認められなかった。

表2 プログラム前後の体力測定の結果

	n	プログラム前	プログラム後	p値	ES
握力(kg)	10	33.0±8.3	32.4±9.7	0.504	0.22
脚筋力(kg)	9	278.9±72.6	249.5±76.3	0.101	0.63
長座位体前屈(cm)	10	35.6±8.2	32.9±10.5	0.244	0.39
垂直跳び(cm)	10	34.5±9.9	37.7±10.6	0.055	0.70
上体起こし(回)	10	12.5±9.1	16.2±9.2	0.003	1.27
$\dot{V}O_2\max$ (ml/kg/min)	8	27.8±5.9	30.6±5.2	0.014	1.15

数値は平均値±標準偏差を示す。ES: 効果量

(3) 血圧および血液検査

表3にプログラム前後の血圧および血液検査の結果を示す。プログラムの前後で、収縮期および拡張期血圧に有意な変化はなかった。また、血液検査項目においてプログラムの前後でHDL-コレステロール、LDL-コレステロール、中性脂肪、および血糖に有意な変化はなかった。一方、HbA1cはプログラムの前後で有意に減少した($p<0.05$)。

表3 プログラム前後の血圧および血液検査の結果

	n	プログラム前	プログラム後	p値	ES
収縮時血圧(mmHg)	10	135.6±16.8	134.3±12.2	0.713	0.12
拡張期血圧(mmHg)	10	89.2±13.3	83.1±9.2	0.129	0.53
HDL-コレステロール(mg/dl)	8	62.9±17.0	63.6±16.4	0.782	0.10
LDL-コレステロール(mg/dl)	8	135.0±15.1	135.6±27.1	0.937	0.03
中性脂肪(mg/dl)	8	115.1±59.9	122.9±67.4	0.571	0.21
血糖(mg/dl)	8	104.4±29.4	100.8±24.4	0.283	0.41
HbA1c(%)	8	5.7±0.9	5.6±0.8	0.011	1.21

数値は平均値±標準偏差を示す。ES: 効果量

(4) 食事および身体活動量

表4にプログラム前後の食事および身体活動量の結果を示す。エネルギー摂取量は、プログラム前後で有意な変化は認められなかった。また、総エネルギー消費量、身体活動エネルギー消費量、および歩数もプログラム前後で有意な変化は認められなかった。

表4 プログラム前後の食事および身体活動量の結果

	n	プログラム前	プログラム後	p値	ES
エネルギー摂取量(kcal/日)	10	1814.9±617.1	1789.1±562.3	0.806	0.08
総エネルギー消費量(kcal/日)	10	2210.3±507.5	2141.4±403.6	0.154	0.49
身体活動エネルギー消費量(kcal/日)	10	639.1±186.9	554.5±168.5	0.173	0.47
歩数(歩/日)	10	6317.6±2527.9	5315.8±2088.7	0.161	0.48

数値は平均値±標準偏差を示す。ES: 効果量

考察

本研究では、地域住民に提供した食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムが体力および動脈硬化危険因子に及ぼす効果を調査した。その結果、プログラム前後で体重は変化しなかったが、腹囲は減少傾向を示した。また、プログラム前後で上体起こしと $\dot{V}O_2\max$ が有意に増加し、HbA1cが有意に低下した。これら結果は、提供した食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムが地域住民の形態、体力および動脈硬化危険因子の改善に寄与したことを示している。

本研究ではプログラム前後で体重が減少しなかった。体重の減少には、身体のエネギー出納を負にする必要がある。そのため、食事によるエネルギー摂取量を抑制するか、運動によりエネルギー消費量を増加するかのいずれか、もしくは両方を実践する必要がある。本研究では食事指導および運動指導の両方を実施したが、プログラム前後での体重変化はなかった。よって、本研究における食事指導および運動指導ではエネルギー摂取量の制限が不足していたことと運動量が不足していたことが推察される。特に本研究では前者の影響が大きかったと考えられる。本研究では食事指導をしたが、食事日誌などにより対象者の食事管理を十分しなかった。そのため、対象者の日常の食事の摂取エネルギーの抑制が十分ではなく、身体のエネギーバランスを負にすることができなかったため、体重に影響がなかったと考えられる。

本研究ではプログラム前後で体重の減少がなかったにもかかわらず、腹囲が減少傾向を示した。このことは、体脂肪分布が変化したことを示唆している。Ross et al. (2000)は、肥満男性を対象に、3ヶ月間、700 kcalのエネギーを消費する運動を実施する一方で、その消費と同等のエネギーを食事により補完し、体重の減少がない場合の腹部脂肪量の変化を調査した。その結果、体重の減少がない場合であっても運動を実施することにより、全腹部脂肪量および内臓脂肪が減少した。また、肥満女性においても同様の研究がなされており、体重の減少がない場合であっても、運動による全腹部脂肪量、内臓脂肪量および皮下脂肪量の減少が認められている(Ross et al., 2004)。このように、本研究の結果は、運動による腹部脂肪の特異的な減少を示唆していると考えられる。

プログラム前後における上体起こしと $\dot{V}O_2\max$ の有意な改善は、筋持久力と全身持久性体力の向上を示し

ている。本研究の運動プログラムでは、筋力トレーニングを実施した。それは、主に器具を使用せず、自分の体重を負荷とし、相対的負荷が比較的軽く複数回反復するようなトレーニングであった。低負荷で高反復の運動では筋持久力が向上すること（加賀谷，1975）から、上体起こしの回数が増加したと考えられる。また、本研究では、筋力トレーニングに加え、有酸素性運動であるウォーキング（インターバルウォーキング）やノルディックウォーキングも中心的な運動プログラムとして実施した。また、筋力トレーニングと有酸素性運動を交互に実施するサーキットトレーニングも取り入れた。それらの運動は、 $\dot{V}O_2\text{max}$ を向上させることが報告されており（Frit et al., 2013; Masuki et al., 2017; Pippi et al., 2020），本研究の結果は先行研究の結果を支持するものである。

HbA1cは主に過去1～2ヶ月間の血糖値を反映する。よって、HbA1cのプログラム前後の有意な改善は、プログラムにより日常生活における血糖値の上昇が抑制されたと解釈できる。本研究では空腹時血糖値の改善は認められていない。このことから、HbA1cの改善は、食後血糖値上昇の抑制が関与したものと推察できる。本研究において食事改善にむけた講義では、食後血糖値の抑制に関する情報（Imai et al., 2013）を提供した。また、週1回、定期的に運動を指導した。運動指導の際には、食後血糖値を効果的に抑制する運動のタイミングについての情報（Bellini et al., 2021）も提供した。これらのことが、食事による糖の吸収の抑制、食後の骨格筋の糖の取込の向上につながり、食後血糖値上昇が抑制されることで、HbA1cが改善したと考えられる。

まとめ

本研究では、地域住民を対象に、6ヶ月間の食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムを提供した。それらのプログラムの効果を検証するため、体力および動脈硬化危険因子の変化を調査した。その結果、提供した食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムにより複数の体力項目および動脈硬化危険因子の改善が認められた。このことは、本研究で提供したプログラムが地域住民の健康改善に寄与したことを示唆している。今後は、食事改善と運動実践を組み合わせたプログラムを住民に広く提供し、住民が主体となって生活習慣病の予防・改善を進められるような環境を整え

ることが重要であろう。

謝辞

本研究に参加いただいた宮崎県木城町の対象者、および協力いただいた宮崎県木城町保健福祉課の関係者の皆様に心から感謝申し上げます。本研究は、宮崎県木城町からの受託研究費（ライフステージに合わせた健康スポーツ支援の効果に関する研究）により実施いたしました。

引用文献

Gaede P, Vedel P, Larsen N, Jensen GV, Parving HH, Pedersen O. Multifactorial intervention and cardiovascular disease in patients with type 2 diabetes. *N Engl J Med*. 2003, 348(5): 383-93

厚生労働省. 令和3年(2021)人口動態統計. 2023

厚生労働省. 国民医療費

健康保険組合連合会. 平成30年度生活習慣関連疾患医療費に関する調査. 2020

健康保険組合連合会. 令和元年度生活習慣関連疾患医療費に関する調査. 2021

厚生労働省. 健康づくりのための身体活動基準 2013. 2013

厚生労働省. 日本人の食事摂取基準(2020年版). 2020a

厚生労働省. 第3部生活習慣調査の結果. 令和元年国民健康・栄養調査報告. 2020b

Kline GM, Porcari JP, Hintermeister R, Freedson PS, Ward A, McCarron RF, Ross J, Rippe JM. Estimation of $\dot{V}O_2\text{max}$ from a one-mile track walk, gender, age, and body weight. *Med Sci Sports Exerc*. 1987, 19(3): 253-9

文部科学省. 新体力テスト実施要項(20～64歳対象). 1999

高橋啓子, 吉村幸雄, 開元多恵, 國井大輔, 小松龍史, 山本茂. 栄養素および食品群別摂取量推定のための食品群をベースとした食物摂取頻度調査票の作成および妥当性. *栄養学雑誌*, 2001, 59: 221-232.

Ross R, Dagnone D, Jones PJ, Smith H, Paddags A, Hudson R, Janssen I. Reduction in obesity and related comorbid conditions after diet-induced weight loss or exercise-induced weight loss in men. A randomized, controlled trial. *Ann Intern Med*, 2000, 133(2): 92-103.

Ross R, Janssen I, Dawson J, Kungl AM, Kuk JL, Wong SL, Nguyen-Duy TB, Lee S, Kilpatrick K, Hudson R. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obes Res*, 2004, 12(5): 789-98

加賀谷淳子. 末梢循環と筋持久力. 身体運動の生理学, 猪飼道夫編, 杏林書院, 1975, pp211-277

Fritz T, Caidahl K, Krook A, Lundström P, Mashili F, Osler M, Szekeres FL, Östenson CG, Wändell P, Zierath JR. Effects of Nordic walking on cardiovascular risk factors in overweight individuals with type 2 diabetes, impaired or normal glucose tolerance. *Diabetes Metab Res Rev*, 2013, 29(1): 25-32

Masuki S, Morikawa M, Nose H. Interval walking training can increase physical fitness in middle-aged and older people. *Exerc Sport Sci Rev*, 2017, 45(3): 154-162

Pippi R, Di Blasio A, Aiello C, Fanelli C, Bullo V, Gobbo S, Cugusi L, Bergamin M. Effects of a Supervised Nordic Walking Program on Obese Adults with and without Type 2 Diabetes: The C.U.R.I.A.Mo. Centre Experience. *J Funct Morphol Kinesiol*, 2020, 5(3): 62

Imai S, Fukui M, Kajiyama S. Effect of eating vegetables before carbohydrates on glucose excursions in patients with type 2 diabetes. *J Clin Biochem Nutr*, 2014, 54(1): 7-11.

Bellini A, Nicolò A, Bazzucchi I, Sacchetti M. Effects of Different Exercise Strategies to Improve Postprandial Glycemia in Healthy Individuals. *Med Sci Sports Exerc*, 2021, 53(7): 1334-44.