

中高年者の6か月間の運動が特定健診項目や体力に及ぼす影響

人間社会学部 スポーツ健康学科
児玉公正、大喜多祥子、吉川眞由美

I. はじめに

厚生労働省告示第430号（2012年）¹⁾に、「国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本事項を示し、平成25年度から平成34年度までの21世紀における第2次国民健康づくり運動（健康日本21（第二次））を推進する」国策が公表された。その基本的な方向に「健康寿命の延伸と生活習慣病の発症予防」が示され、「食生活の改善や運動習慣の定着等による一次予防に重点を置いた対策を推進する」という方針がまとめられている。そして「国は、生活習慣病の発症予防や重症化予防として、適切な食事、適度な運動、禁煙など健康に有益な行動変容の促進のほか、医療連携体制の推進、特定健康診査・特定保健指導の実施等に取り組む」という具体的な対策が示されている。

適度な運動と健康との関係について代表的な先行研究となるPaffenbarger, R.S.ら（1986）²⁾の報告は、学生を追跡調査した結果1週間に2000kcalの運動を実施する者はそれ以下の者より死亡率が1/3から1/4の割合で低下すると述べている。そしてこの分野における多くの研究報告は、メタボリックシンドロームに肥満が大きく関与し、特に内臓脂肪の蓄積を予想する腹囲の改善指導対策が有効とされ、それによる生活習慣病発症前の早期介入を求めている。これについてJanssen, D.W.ら（2002年）³⁾は、運動と食事の併用

介入が運動のみの単独介入に比べて体重減少が大きかったことを報告し、運動+食事による指導が望ましいと言われている。具体的な腹囲減少に関し、健康づくりのための運動指針2006¹⁾に「内臓脂肪の指標となる腹囲1cm減少は、約1kgの体重（大部分が脂肪）の減少に相当し、体重を1kg減少させるためには、運動によるエネルギー消費量の増加と食事改善によるエネルギー摂取量の減少を合わせて約7,000kcalが必要で、例えば、1か月かけて1cm腹囲を減少させるためには、1日当たり約230kcalが必要となる。」と紹介している。

一方、その指導形態は標準的な健診・保健指導プログラム（2007年）³⁾において、保健指導の管理は医師や管理栄養士が行い、食生活と運動に関する実際の生活指導は管理栄養士や運動指導者等の専門的な知識を有する者が行うこととしている。これらのことを踏まえその社会的貢献策として、我々は3年前から「メタボ予防のための運動教室」を企画し、地域住民の保健医療改善対策に取り組んできた。開始2年間は運動をプログラムの中心に、そして3年目となる今回からは前述した国策となる保健指導プログラム³⁾に従い栄養（管理栄養士）や医学（医師）的な視点から多角的に支援することに改めた。

我々のプログラムは、大学の公開講座として「メタボ予防のための運動教室」と題し、①運動、栄養、医学の視点から一次予防を目

的としたそれらの知見を被験者にレクチャーし、②6か月間にわたる運動実践に取り組む2本立ての企画とした。さらにプログラムの初期には栄養調査で介入し、適切な栄養摂取の指導も試みた。

運動実践は、概ね週23エクササイズの身体活動を課した。このプログラムが中高年の血液性状を中心としたメタボリックシンドローム判定健診項目、身体組成や周径囲、そして体力にどのような影響をもたらすのか大変興味深い。

この研究の目的は、中高年者の6か月間の運動や栄養指導が特定健診項目や体力に及ぼす影響について、その特徴を明らかにすることにある。

II. 方法

1. 被験者

測定に参加した被験者は、年齢が41歳から65歳の男女8名（男子2名、女子6名）で、41歳の1名を除き7名が60歳代（ 60.3 ± 7.4 歳）の健康な中高年であった（表1参照）。身体組成は体脂肪率が15.5%から33.0%の範囲（ $26.2 \pm 5.99\%$ ）にあり、長嶺の体脂肪率

による判定基準（1972年⁶⁾から軽度肥満3名（女子）を含み、腹囲は男子2名ともがメタボ基準値（85cm⁵⁾を超え、女子は6名とも基準値（90cm）以内に属していた。

2. 運動課題

被験者に課した運動は2種類あり、1)週に1日は大学トレーニング施設におけるエアロバイクと軽度のダンベル運動を、2)それ以外の6日は自宅でウォーキングを主体としたメニュー（60分前後）に取り組んだ。1)では、コンビ社製のエアロバイク（型式：800、600、XL、XLⅢの4種）が用いられ、月に1度体力テストを実施しエアロバイク内臓解析プログラムが示す一般負荷値（ワット）を採用し、その値で30分間の有酸素的運動を行った。大学ではこれ以外に軽量のダンベル（男性3～5kg、女性1～3kg）運動（鈴木正成氏推奨プログラム⁷⁾：①ダンベルプレス、②アームカール、③サイドレイズ、④サイドベンド、⑤スクワット、⑥フレンチプレス、⑦プッシュアウェイ、⑧プルバック、⑨セットアップ、⑩うち腿上げ運動の以上10種目を3セット）にも取り組んだ。

表1 被験者の身体的特徴

	氏名	年齢	性別	身長	体重	体脂肪率	腹囲
1	A	63	♀	155	60.3	33.0	85.0
2	B	64	♀	155	53.7	24.7	82.5
3	C	41	♀	153	53.6	32.7	78.5
4	D	61	♀	154	49.4	25.6	84.1
5	E	61	♀	165	64.3	32.4	86.3
6	F	65	♂	165	70.9	15.5	98.2
7	G	63	♀	161	55.4	19.7	79.2
8	H	64	♂	169	87.1	25.6	101.1
	平均値	60.3		159.6	61.8	26.2	86.9
	標準偏差	7.40		5.76	11.51	5.99	7.81

毎週被験者が大学で取り組む運動プログラムの流れをまとめると、トレーニング施設入室後直ちに体脂肪計（タニタ体内脂肪計TBF-410）で体重と体脂肪率を計測し、自動血圧計（オムロンデジタル自動血圧計HEM-770A）を用い運動前のセルフチェックとして収縮期圧と拡張期圧を確認し、その後に準備運動を目的としたストレッチングを約10分、そして主運動となるエアロバイクを30分間漕ぎ、あわせて軽負荷によるダンベル体操を約10分と、最後に整理運動を目的としたストレッチング約10分でプログラムは終了となった。これら大学におけるプログラムは学生が実習を兼ねて指導を担当する実践的な学びの機会を兼ねた。1回のプログラムを担当する学生数は4～5名とし、事前に内容や留意点を確認してから取り組んだ（学生は賠償責任保険に加入）。

2)の自宅での身体活動は、ウォーキングやサイクリングなどの運動が主体となったが、生活活動項目も意識させ、コマ切れでもそれらを積極的にこなすように指導した。これら1)と2)を合わせ、運動量の目標値はエクササイズガイド2006⁴⁾から週23エクササイズ（メッツ・時）とし、そのうち4エクササイズは活発な運動を目標値として勧めた。

運動期間は6月から12月までの6か月間とし、大学トレーニング施設での運動日数は21日を数えた。

被験者の身体活動量は、運動量はパソコンにUSB接続可能な多機能歩数計（コナミスポーツ&ライフ社製、e-walkeylife2）を用い、管理ソフト（コナミスポーツ&ライフ社製、健診計画2）で1か月ごとに6か月間のデータを歩数として確認した。被験者8名

の平均は8066.1歩/日となった。これ以外にもサイクリングに取り組んだものや1)の大学でのエアロバイク運動や軽負荷によるダンベル体操、そして生活活動量として家事などをこなしており、週23エクササイズはクリアしているものと判断した。運動量の正確な集計は次回の課題とする。

当初、10名の定員でスタートしたプログラム参加者は6か月間継続したものが8名で2名がリタイアとなった。

プログラム参加にあたり、各被験者には医療機関にてメディカルチェックの受診を義務化し、運動禁忌の対象外であることを確認した。

3. 測定項目

運動の効果を把握することを目的に、以下の項目を測定した。

1) 血液検査

血液検査は、運動プログラムを開始した時と6か月後の修了時の計2回、医療機関に委託して実施した。項目は、「標準的な健診・保健指導プログラム（厚生労働省健康局2007年）」特定健康診査の項目⁵⁾を参照し、以下の通りとした。

- ・脂質検査：中性脂肪、HDLコレステロール、LDLコレステロール
- ・血糖検査：空腹時血糖、HbA1c
- ・肝機能検査：GOT、GPT、 γ -GTP
- ・貧血検査：血色素

これら血液検査の結果分析は共同研究者の内科医が担当した。

2) 身体計測

測定項目は、身長、体重（週1回測定）、栄養研究所式キャリパーによる上腕背部皮脂厚

と肩甲骨下角部皮脂厚（月1回、合計6回測定）、その2点の皮下脂肪厚から求めた体脂肪率⁶⁾、体脂肪量、除脂肪体重、そしてBMIを求めた。

周径囲はメジャーを用いて、上腕囲、前腕囲、腹囲（へその高さ）、腰囲（大転子の高さ）、大腿囲、下腿囲を計測した。

3) 体力の評価

月に1度の頻度で、エアロバイクを用いた $PWC_{75\%HR_{max}}$ による有酸素的運動評価値（ワット）とそこから推定した最大酸素摂取量の相対値（ $ml/kg/min$ ）、下肢の筋力を推定する椅子の座り立ち10回に要する時間（秒）と握力（kg）を測定した。

4. 栄養指導

1) 栄養摂取状況調査とその分析方法

被験者の食事内容を栄養面から分析し栄養指導を行うために、栄養摂取状況調査を実施した。1回目の調査は運動プログラム開始直後の6月初旬に実施し、2回目は7月中旬に実施した。調査日は、特別な行事の無い3日とし、被験者は朝食・昼食・夕食、および間食について食事時刻、料理名、食品名とその重量を自己記録し、写真またはスケッチを添付することとした。食品重量の測定は家庭用デジタル秤（最小目盛1g）を使用し、所有していない者には貸し出した。記入用紙には可能な限り実際に食べた重量を記入すること、市販品はできればメーカー名や商品名を記入することなどを書き添えた。全員が計6日分を提出し、欠食はなかった。1名のみ、開始直後は体調を崩して食事が十分に摂れない日の記録であった。記入の緻密さは被験者によって様々であり、写真またはスケッチは記入が

ない場合もあった。

食事記録をもとに栄養価計算を行った。食品名とその重量は概ね判断可能であったが、記入漏れが明らかであると思われた場合には加筆修正した。サプリメントや医薬品に属する市販品も記載があったが、今回は食事の栄養価評価であるため除外した。重量の確認が必要である場合は、成書^{8)・9)}を参考とした。

計算には五訂増補日本食品標準成分表（文部科学省）に沿った市販栄養価計算ソフト「エクセル栄養君Ver.6.0（建帛社）」¹⁰⁾を用いた。適正な摂取量の基準値としては、各被験者の性別、年齢、身長に基づいた食事摂取基準2010¹¹⁾の値を用いた。身体活動レベルは「普通」とした。表示項目はエネルギーと栄養素11項目（たんぱく質、脂質、炭水化物、カルシウム、鉄、レチノール当量、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンC、食物繊維総量、および食塩相当量）とした。栄養価集計表は、摂取した食品ごとの値、朝食・昼食・夕食・間食ごとの合計値、および1日分の総合合計値を記載したものを作成した。

被験者に対する分析結果の報告には「エクセル栄養君」に搭載された成績表（図1）を用い、栄養摂取量の図示は、基準値に対する摂取比率が初心者にも分かりやすい表示方法としてレーダーチャートを選択した。なお、脂質および炭水化物については、基準値がエネルギー比率で示されるため、ここでは表記を省きPFC比率（%）によって表示した。「PFC・栄養素摂取量・比率等」、および「食品群別摂取量と食事バランスガイド」の欄は初期設定通りとした。

2) 行動変容のための働きかけ

1回目（開始直後）調査の2～4週間後に

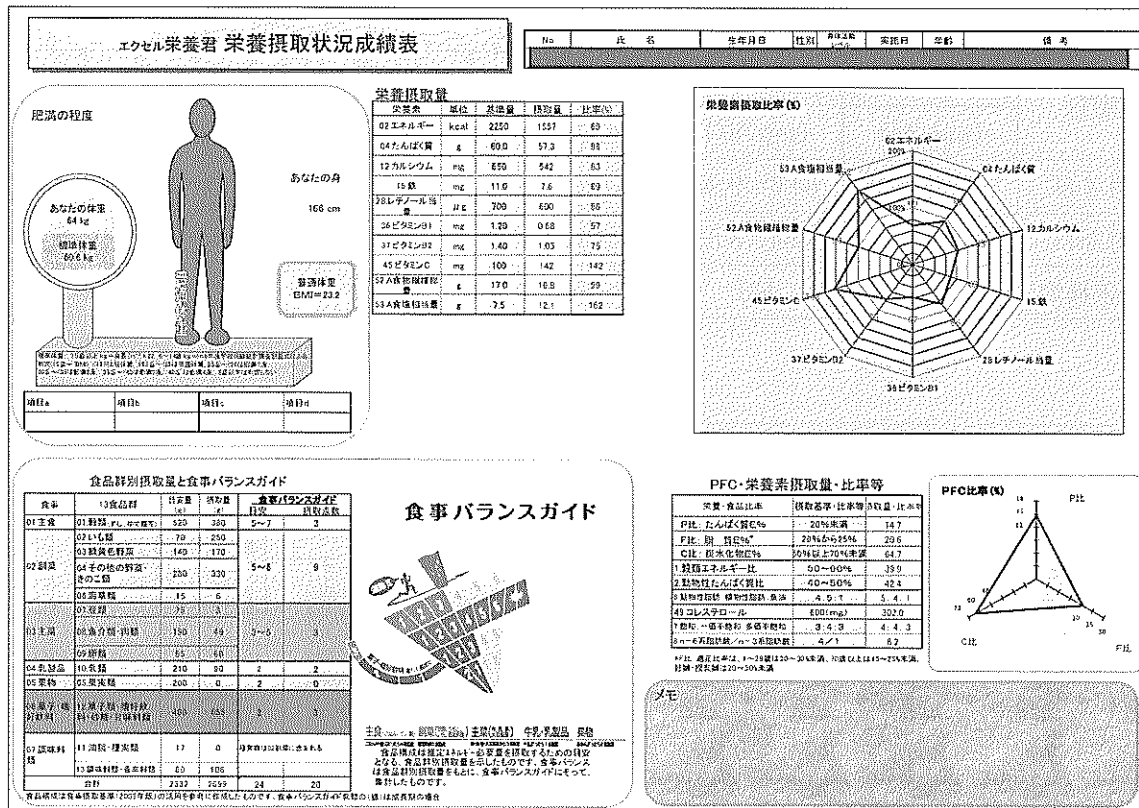


図1 栄養摂取状況成績表(見本)

順次分析結果を被験者に手渡し、栄養指導を施した。その直後に実施した2回目(介入後)調査の分析結果は4週間後に手渡し、再度栄養指導を施した。栄養指導は成績表と栄養価集計表(前述)を示して実施した。成績表を用いて、主として各栄養素の基準値に対する摂取比率、および脂質エネルギー比率(脂質E%)の結果を説明した。また、栄養価集計表を用いて、摂取比率超過を招いた原因食品の解明や摂取比率不足の栄養素の摂り方などをアドバイスした。

III. 結果と考察

中高年者を対象として6か月間にわたる運動・栄養、そして医学的な指導の結果は、それぞれの表2~7、図2~10にまとめた。

1. 血液性状に及ぼす運動の影響について

運動/身体活動量の低下は、肥満、加齢そ

してメタボリックシンドロームに大きな影響を与える。アメリカの「国民健康栄養調査」(National Health and Nutrition Examination Survey III, NHANES III)では、身体活動レベルの低い男性のメタボリックシンドロームの罹患率が高いことが報告されている¹²⁾。しかし、メタボリックシンドロームの発現に関する長期間の身体活動量についての定期的評価は諸事情により必ずしも容易ではない。そのため、今回は、メタボリックシンドロームを有する、有さないにかかわらず、成人男女を被験者として6か月間における運動プログラムの影響を末梢血および生化学検査で評価を試みた。表2は、運動プログラム開始時と全運動プログラム終了時の2回の血液検査で得られた、中性脂肪、HDLコレステロール、LDLコレステロールの測定値と収縮期血圧/拡張期血圧値および腹囲を示す。

表2 トレーニング期の開始時と終了時の脂質検査・血圧・腹囲測定結果

測定日	中性脂肪	HDL	LDL	収縮期圧	拡張期圧	腹囲
	(mg/dl)	(mg/dl)	(mg/dl)	(mmHg)	(mmHg)	(cm)
6月4日	144.1±70.90	64.6±9.96	134.6±32.65	133.5±7.60	79.9±11.60	86.8±7.81
11月26日	102.0±37.19	66.4±8.83	131.4±26.13	125.5±8.11	75.9±6.94	80.5±9.35
有意差検定	p<0.05 t=2.406	NS	NS	p<0.05 t=2.667	NS	p<0.01 t=5.145

n=8、平均値±標準偏差、有意差検定結果

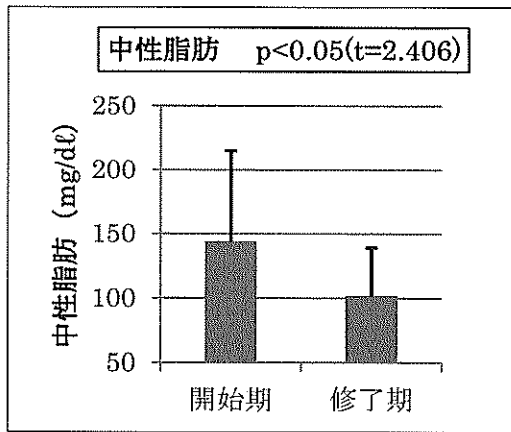


図2 中性脂肪の変化

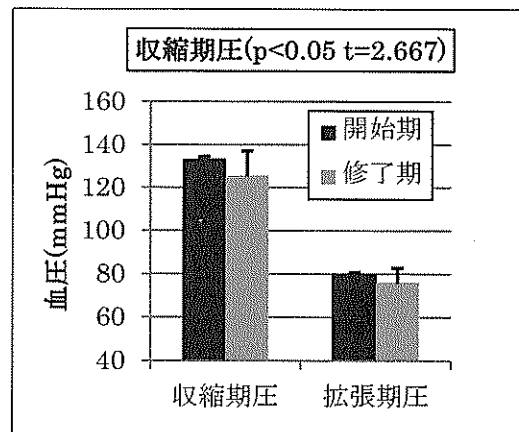


図3 収縮期血圧の変化

表は測定項目別に上段がトレーニング期の開始時6月4日のデータ、中段には終了時11月26日のデータを各々平均値と標準偏差で示した。下段には開始時と終了時の有意差検定(個体の比較)の判定水準とt値をまとめた。表2より運動プログラムの実施の前後で以下の変化が得られた。

- ①中性脂肪低下
- ②HDLコレステロール、LDLコレステロー

ル不変

- ③収縮期血圧低下
- ④腹囲の減少(体重の減少)

図2と図3は、特にはっきりと有意差が得られた中性脂肪と収縮期血圧の変化を示すグラフである。

表3は、生化学検査のうち、変化のみられたAST(GOT)、ALT(GPT)、γ-GTP、血糖値(食後約2時間後)、グリコヘモグロ

表3 トレーニング期の開始時と終了時の肝機能・血糖・貧血の各測定結果

測定日	GOT	GPT	γ-GTP	血糖値	HbA1c	血色素
	(IU/l)	(IU/l)	(IU/l)	(mg/dl)	(%)	(g/dl)
6月4日	21.5±8.14	20.0±8.86	23.9±17.00	91.1±7.13	5.70±0.51	14.0±0.59
11月26日	22.0±7.66	17.1±6.90	22.8±12.97	92.6±14.10	5.65±0.32	14.2±0.67
有意差検定	NS	NS	NS	NS	NS	p<0.05 t=3.377

n=8、平均値±標準偏差、有意差検定結果

ビン (HbA1c)、血色素 (Hb) の値を示す。表3より運動プログラムの実施の前後で以下の変化が得られた。

⑤肝機能を示すGOT不変、GPT値については見かけ上は減少が見られる

⑥ γ -GTP不変

⑦血糖値、HbA1c不変

高血圧の成因には、いくつかの機序が関与しているが、メタボリックシンドロームでは、神経性因子 (交感神経活動の亢進)、末梢血管抵抗の上昇、血管内皮細胞の血管作動物質の抑制などが深く関与している。また、肥満の機序として、1988年 Reavenが、インスリン抵抗性の関与を指摘し¹³⁾、1994年にはFriedmanらによる脂肪細胞由来のホルモン、レプチンの発見により生理活性脂肪 (アディポサイトカイン) の異常が知られて久しいが、インスリン抵抗性やレプチンの増加が器質的血管肥厚を起こさせ上記の神経性因子 (交感神経活動の亢進)、末梢血管抵抗の上昇、血管内皮細胞の血管作動物質の抑制に拍車をかける。

運動療法はまず、インスリン感受性を高め、耐糖能異常や脂質代謝異常を改善し、体重の減量を図る。さらに、運動療法は、交感神経活性の低下、循環血液量の低下、血管拡張効果により降圧効果をもたらす。とくに、運動後に血圧が低下する急性効果は、きわめて短時間で、低強度の運動で認められており、運動の有用性を示す。体重の減量はまたメタボリックシンドロームの治療・予防には重要である。藤岡らの肥満研究によると、体重の減少がわずかであっても代謝異常の改善がみられることが分かっている。体重が減ってくると、HbA1c、中性脂肪、血圧はすべて低下

し、HDLコレステロールは上昇する。例えば体重1kgあたり1~2mgの血圧低下が期待できる。収縮期血圧は動脈硬化に、拡張期血圧は血管の弾性にも関係があり、動脈硬化が強ければ収縮期血圧は上昇し、血管の弾性が下がれば拡張期血圧は上昇する。動脈硬化は、生活習慣病とくに脂質代謝異常によって引き起こされ、LDL (悪玉) コレステロールが血管壁に異常に蓄積されて動脈硬化が発生する。動脈硬化は放置しておく、血管狭窄や虚血となり脳卒中や心筋梗塞の原因となる。

結果②では、HDLコレステロールと、LDLコレステロールに有意な変化は見られなかった。運動は中性脂肪を低下させ、HDL (善玉) コレステロールを上昇させる。結果①から、中性脂肪の低下は明らかである。そもそも、血中総コレステロール、血中LDLコレステロールは、定期的な有酸素運動を介入しても変化が得られないとの報告は多い。しかし、LDLコレステロールが不変、あるいはむしろ減少傾向にあるのは注目し得る結果であろう。というのも、中性脂肪とともに、LDLコレステロールは、低下のみならず、値を増加させないように維持することに意義がある。

この結果と相関して、収縮期血圧が平均で約-8mmHgと有意に低下している。拡張期血圧も平均で約-4mmHgと低下しており、血管の弾性が回復したことを示す。しかし血管の弾性は、おもに加齢とストレスが原因であることから、運動による影響とは考えにくく、むしろ、運動によるストレス軽減 (神経性因子の抑制や血管内皮細胞の血管作動物質の亢進) による効果であろう。

結果⑤、⑥の肝機能についても有意な結果は得られていないが、GOTは肝細胞の障害度を示し、GPTは肝内脂肪の貯蓄量を反映することから、見かけ上GPTが低下している現象を見ると肝機能が改善傾向にあることを匂わせる。

結果⑦に関して、今回は有意な変化は得られなかった。Wing、R.R.らによる糖尿病患者を対象にした運動療法では、実際の身体活動量と体重減少量、血糖コントロールが密接に関連することが報告されている^{14,15)}。さらに、食事療法、薬物療法も介入した試験によって、体重（またはBMI）の減少率とグリコヘモグロビン（HbA1c、HbA1）の改善が密接な関係にあることが分かっている。したがって、従来の運動療法プログラムのみならず、今後、より多くのエネルギー消費をこなし、大きな体重減少を得ることができれば、血糖の改善を得ることができるはずである。

今回の血液検査の結果では、中性脂肪、収縮期血圧以外の運動プログラムにおける有意な効果は得られなかった。というのも、運動プログラム前に明らかに異常値を示した被験者での改善効果は期待できたものの、正常値を示している被験者での効果があまり得られなかったためである。本来は、メタボリックシンドロームの有無で被験者を層別化するべ

きであろうが、そもそも、今回の一番の目的はメタボリックシンドロームの予防であった。血液検査上で有意な変化がなくとも、腹囲減少や被験者のやりがいが増えたことなど、有意義なことも多かった。今後は、メタボリックシンドロームの一因となす、老化度、酸化度、ストレスホルモンなどの測定なども比較検討してみるべきであろう。

2. 身体組成に及ぼす運動の影響について

表4にはトレーニング期の開始時と終了時に測定した身体組成項目を表した。

表で明らかのように、減少が求められる項目は値が低下し、増加が期待される項目は高い値となり、その傾向は統計的な差の検定（表下段）においても表4のすべての項目において1%から5%水準で認められる結果となった。

皮下脂肪厚から求めた体脂肪率による被験者の肥満判定（長嶺、1972）⁹⁾は、男性が20%以上、女性が30%以上の基準値をもとにすると、今回はトレーニング開始期（6月4日測定・表1参照）では4名の被験者A・C・E・Hが軽度肥満に該当したが、6か月後には4名とも正常域に転じる効果が確認された。

身体組成測定項目の中で特に重要な体脂肪率に注目し、表4をもとに図4に書きあらため

表4 トレーニング期の開始時と終了時の身体組成測定結果

測定日	体重	上腕皮脂厚	肩甲骨皮脂厚	体脂肪率	体脂肪量	除脂肪体重	BMI
	(kg)	(mm)	(mm)	(%)	(kg)	(kg)	(IU)
6月4日	61.8±11.51	20.8±6.10	19.6±5.13	26.2±6.0	16.1±4.33	45.8±10.01	24.1±2.93
11月26日	60.1±10.87	17.0±5.24	15.6±4.67	22.1±6.0	13.0±3.36	47.1±10.58	23.4±2.68
有意差検定	p<0.05 t=3.486	p<0.01 t=4.921	p<0.05 t=3.496	p<0.01 t=7.808	p<0.01 t=5.269	p<0.05 t=3.014	p<0.01 t=3.579

n=8、平均値±標準偏差、有意差検定結果

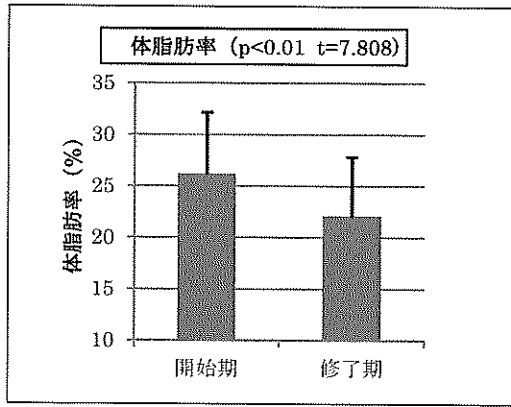


図4 体脂肪率の変化

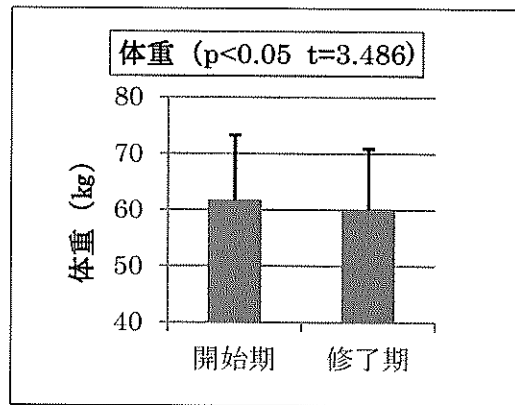


図5 体重の変化

てみると、6か月間の有酸素的運動を主体としたトレーニングは26.2±6.0%が22.1±6.0%まで低下し、マイナス16%の変化率となり、 $t = 7.808$ で1%水準の有意な差を認める効果となった。

体重については、61.8±11.51kgから60.1±10.87kgと1.7kgの減で3%の減少率、統計水準も5%の有意差を認めた。先行するWatkins, L.L.ら¹⁶⁾によると、26週間の運動プログラムで約2kgの体重減が報告されており、今回の結果はそれに近似する結果となった。体重は脂肪と筋・骨でその重量の多くが構成されている。今回は除脂肪体重が45.8±10.01kgから47.1±10.58kgへ1.3kgの増加を認め(表4参照)、これに体脂肪量が3.1kg減じ、結果的に体重は1.7kgの減少となったわけである。いずれにしても、6か月間の運動は体重に占

める脂肪の割合となる体脂肪率に大きな減少をもたらすことが明らかとなった。

次に体脂肪率減少のもとになる周径圍についてその特徴(表5参照)をみた。

表5は、それ以前の表と同様な形式でまとめられている。このように周径圍は前腕圍と下腿圍を除いた項目に統計的な有意差を認めた。特に大きな減少をもたらした項目が腹圍であり、86.8±7.81cmから80.5±9.35cmに6.3cmの減少(8%の減少率)を示した。腹圍については統計的な差の水準が $p < 0.01$ 、 $t = 5.145$ (表5、図6参照)、そして腰圍は $p < 0.01$ 、 $t = 4.558$ (表5、図7参照)と腹圍に次ぎ他の周径圍に比べt値が高い値となった。いわゆる腹部と臀部の減少が顕著であったことを示す結果となった。これらの部位はそれ以外の周径部に比べ大きな寸法を有する個所と言え、

表5 トレーニング期の開始時と終了時の周径圍測定結果

測定日	上腕圍	前腕圍	腹圍	腰圍	大腿圍	下腿圍
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
6月4日	27.2±2.20	23.1±2.12	86.8±7.81	95.0±5.41	54.7±4.78	36.4±3.82
11月26日	25.8±1.52	22.3±2.57	80.5±9.35	92.9±5.31	52.9±3.72	36.1±3.56
有意差検定	$p < 0.01$ $t = 3.649$	NS	$p < 0.01$ $t = 5.145$	$p < 0.01$ $t = 4.558$	$p < 0.05$ $t = 3.048$	NS

n=8、平均値±標準偏差、有意差検定結果

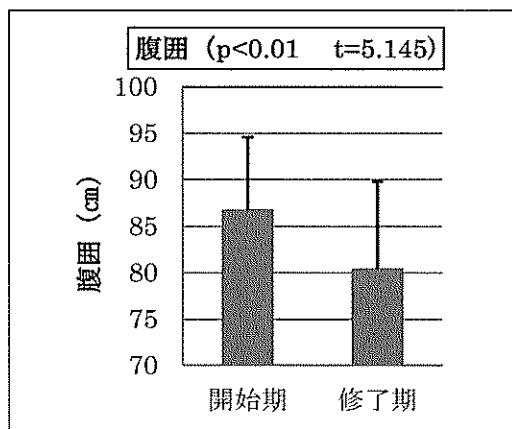


図6 腹囲の変化

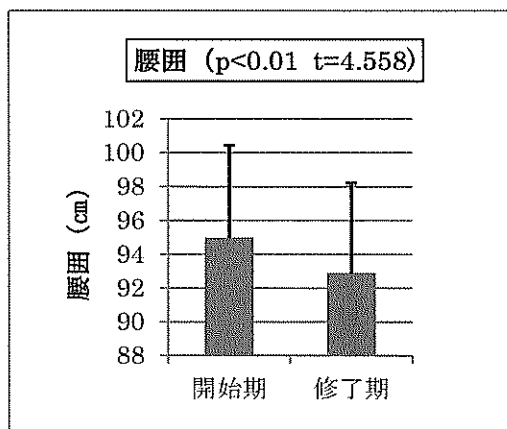


図7 腰囲の変化

測定はしていないが脂肪が多く沈着していたものと予想された。

加えて、特定健康診査（厚生労働省健康局、2007年）⁵⁾で腹囲の周径を判断基準とした歴史的経緯からもうかがえるように、腹囲と腰囲（ウエスト／ヒップ）の周径比¹⁷⁾は体脂肪分布と疾病との関連を明らかにする疫学的研究でも注目された身体部位であり、この測定でもその個所の大きな変動を認める注意深い結果が得られた。換言すると、内臓に蓄積した脂肪が減少する結果を導くことがなかった結果と言え、疾病予防の観点からも運動の効果が確かめられたのではないだろうか。

3. 体力評価に及ぼす運動の影響について

同様に体力に及ぼす効果を確認した。統計的な処理は体力テストの特性上、性差と年齢

差を考慮し、表6には60歳代女性5名の被験者について6か月間の効果をまとめた。

体力テストは、エアロバイクを用いたPW C_{75%HRmax}（ワット）と最大酸素摂取量（ml/kg/min）、そして下肢筋力の評価を目的とした椅子の座り立ち10回に要した時間⁴⁾や握力の測定結果をまとめた。

エアロビックパワー評価の一つとなるPWC_{75%HRmax}（ワット）は最大下運動時での運動負荷と心拍数から有酸素的運動能力を評価する安全で簡便な測定方法であると一般的には紹介され、その際に得られた最大酸素摂取量も加えて検討した。その結果、握力（静的筋力）以外の項目に改善傾向が表れたが、統計的有意差（p<0.05）が認められたのがエアロビックパワーのPWC_{75%HRmax}（ワット）と最大酸素摂取量（ml/kg/min）であった

表6 トレーニング期の開始時と終了時の体力測定結果（60歳代女性5名）

測定日	PWC _{75%HRmax}	最大酸素摂取量	椅子座り立ち（10回）	握力
	（ワット）	（ml/kg/min）	（秒）	（kg）
6月4日	73.0±28.87	18.5±4.46	11.0±4.41	29.2±7.60
11月26日	84.6±21.70	24.8±6.58	7.6±1.97	29.2±7.11
有意差検定	p<0.05 t=2.825	p<0.05 t=2.781	NS	NS

n=5、平均値±標準偏差、有意差検定結果

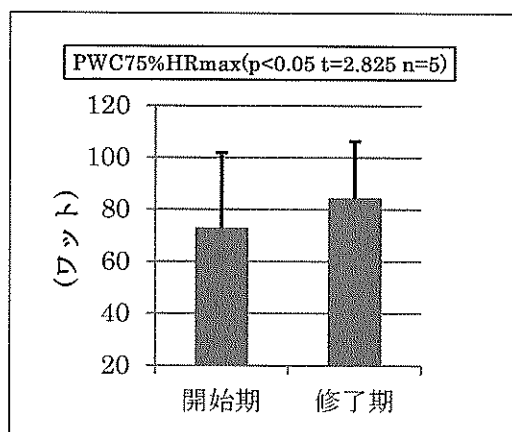


図8 PWC_{75%HRmax} (ワット) の変化

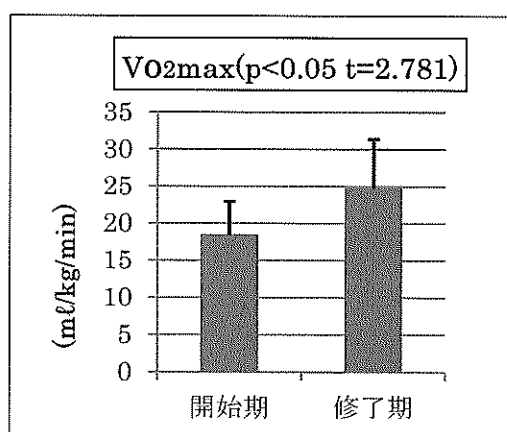


図9 Vo_{2max} (ml/kg/min) の変化

(表6、図8、図9参照)。

5名のみ平均値データではあるが、PWC_{75%HRmax} (ワット) では20.6%、そして最大酸素摂取量 (ml/kg/min) では26.5%の増加率が統計的に有意な差 (p<0.05) として認められる結果となった。他の3名 (40歳代女性1名、60歳代男性2名) の被験者においても同様な傾向となった。このように被験者の有酸素的な運動能力は6か月間の運動期間を課した場合に有意に増加することが明らかとなった。

Sawadaら (2003年)¹⁸⁾の研究では最大酸素摂取量が高い人ほど糖尿病の発症率が低下することを報告し、健康づくりのための運動基準2006¹⁹⁾において、最大酸素摂取量の基準値が60歳代女性で28 (ml/kg/min)、男性で33 (ml/kg/min) と示されている。実験に参加した被験者は8名 (40歳代女性1名を含め) ともトレーニングの開始期はその水準に達していなかったが、修了期にはそのうち4名がクリアし、この結果について加賀谷 (1991年)²⁰⁾はトレーニング開始時の初期値が低いと増加率が高くなると報告し、その点が影響したものと推察した。PWC_{75%HRmax} (ワット) でもコンビ社の6段階評価表²¹⁾では各被験者

ともランクアップが認められた。

次に筋力テストの結果について注目する。下肢の中高年における筋力測定項目として最近注目されている椅子の座り立ち10回に要する時間 (表6参照) は、健康づくりのための運動指針2006⁴⁾では60歳代女性で9~16秒が「普通」、8秒以内は「速い」という評価基準を示している。この実験に参加した60歳代女性5名の結果をその評価基準でみると、トレーニング開始期は「普通」、それが6か月後のトレーニング修了期に「速い」に評価が向上する傾向を認めた。残念ながら統計的な差の検定では有意水準が得られなかったが、加齢に伴う大腿筋群の筋力低下は伸筋群が屈筋群に比べ大きいという先行研究 (Lexell et al. 1988)²²⁾が示すように、中高年者の歩行時転倒防止対策としてこの部位の補強が重要であることは間違いない。今回の結果はその予防対策として歩行運動の有効性が示唆され、興味深いデータとなった。

同様に上肢の筋力を代表する握力 (表6参照) について追跡した。この年代の日本人女性の標準値 (文部科学省2012年)²³⁾ 25.85±4.12kgを基準とすると、今回の60歳代女性5名はトレーニング開始期で30~40歳代域の年

年齢層に属し、スタート時からかなり高い筋力を有しており、そのことが6か月後でも同値（変化なし）になった一因であると推察した。加えて、文部科学省の同報告²³⁾に「ほとんど毎日運動する」60歳代の握力は 26.05 ± 4.18 kgであるとし、今回の被験者群はその事例よりも高い上肢の筋力を有する中高年であることが判明した。

以上体力テストの結果をまとめると、6か月間の有酸素的運動を主運動としたプログラムに取り組むことにより、腹囲や腰囲のサイズダウンに伴い体脂肪率は減少し、有酸素的な運動能力が向上するという結果が導き出され、先行するエビデンスと同様な効果が得られ、エクササイズガイド2006を支持する実験結果が得られた。

4. 栄養指導の実際

1) 開始直後調査の結果にもとづく栄養指導の実際

開始直後の調査による栄養摂取状況（体調を崩していた1名は除き、7名の平均値）の結果は表7の通りであった。

エネルギーは、推定エネルギー必要量に対する摂取比率を算出した結果であり約88%であった。栄養素は3日分の平均値について、脂質・炭水化物・食塩相当量を除く8項目のうち各基準値に対する摂取量の割合が95%以

下であった項目の数を挙げた結果であり、該当する項目数は4項目を上回っていた。食塩相当量は目標量を10%上回っていた。脂質エネルギー比率は基準値の上限である25%をかなり上回っていた（7名とも25.0%以上であった）。平成23年国民健康・栄養調査結果に示された60～69歳、男女計の平均値²⁴⁾は、食塩相当量が11.2g、脂質（脂肪）エネルギー比率が24.2%であり、それに比べ食塩相当量は、摂取量ベースで見ると下回っていた。一方、脂質エネルギー比率は上回っており、今回の被験者は脂質エネルギー比率が高い集団であると認識した。また、不足している栄養素の項目数も少なくなかったことから、栄養指導の必要性が認められた。

次に、7名の被験者個々の状況は、摂取比率が低い栄養素の数、食塩相当量、および脂質エネルギー比率の特徴から、概ね以下のa、b、cの3つの栄養摂取タイプに分類できた。

aタイプ：栄養素はかなり充足しているが食塩の摂取量が多く、脂質エネルギー比率が非常に高いタイプ。
(2名)

bタイプ：栄養素の不足が目立ち、脂質エネルギー比率がやや高いタイプ。
(3名)

cタイプ：脂質エネルギー比率はほぼ適正であるが、栄養素の不足が目立

表7 開始直後の栄養摂取状況

調査時期	エネルギー	栄養素	食塩	脂質
	推定エネルギー必要量に対する摂取比率 (%)	摂取比率が低い栄養素の項目数	食塩相当量の目標量に対する比率 (%)	脂質エネルギー比率 (%)
開始直後	87.8 ± 25.8	4.1 ± 2.0	110.4 ± 26.5	28.4 ± 2.9

n=7、平均値±標準偏差

つタイプ（2名）

なお、エネルギー値に関しては、真のエネルギー必要量は推定エネルギー必要量のおよそ±200kcal/日の間にあり、エネルギー必要量は体重や健康状態を見ながら調節することが大切²⁵⁾であることから、単純に評価できないためタイプ分類の指標にしなかった。

個々の被験者に対する栄養指導では、日々の成績表と栄養価集計表のほかに、該当した栄養摂取タイプと食事改善のポイントを提案した資料を作成して手渡した。同時に面談により改善指標を説明した。

aタイプの2名は、食べものへの関心が強く、つつい食べ過ぎてしまうのではないかと考えられた。栄養素では鉄と食物繊維総量が基準値の87%、その他は全て100%以上摂取しておりほぼ良い状態であった。しかし、食塩相当量は摂取量が少ない方が望ましいにも関わらず、基準値に対し1名は153%、1名は117%であり過剰であった。脂質エネルギー比率は32.2%、31.0%であり、適正とされる基準の範囲である20~25%を大きく上回っていた。そこで、食事改善の提案は献立内容の記録も参考にして、①主菜が多いほど脂肪の摂取量が増えます。主菜を控え、その分主食を増やしてみましょう ②野菜類は意識的に摂取されていて、良い状態です。調味料からの塩分が多くならないようにできるだけ薄味で、素材の持ち味を楽しんで下さい ③牛乳は低脂肪または無脂肪を試してください、乳製品は低塩タイプを、とした。

bタイプの2名は、摂取エネルギー量が推定エネルギー必要量の74%、43%と極端に少なかった。自己の体重や腹囲の現状認識により体重の減量を強く意識して食事制限を行っ

ていると考えられた。ただし、食事記録による摂取内容の自己申告については、BMIが高い群では過小評価の傾向がある²⁵⁾と報告されており、2名の食事記録は実際の摂取量より少なく記録されていた可能性があると考えられた。栄養素の摂取量は全体的に少なく、特に基準値に対する摂取比率が低いものは、1名はレチノール当量が55%、1名はレチノール当量が34%、ビタミンB₁が35%、カルシウムが36%、食物繊維総量が58%であった。食事の全体量が少ないにも関わらず、脂質エネルギー比率は29.2%、30.1%と高く、バランスが悪い状態であった。そこで、食事改善の提案は、①野菜の量と種類を増やしましょう、ドレッシングやマヨネーズは減らし、酢醤油やポン酢などで工夫を ②脂肪の摂取量はこれ以上増えないように気を付けてください、とした。

cタイプの3名は、脂質エネルギー比率が3名とも25.4%であり、bタイプに比べると基準値に近い値であった。しかし、エネルギーの摂取量に対し、栄養素では摂取比率が基準値の95%以下である項目が多く、3名に共通した項目は鉄(89%、70%、70%)、レチノール当量(74%、61%、81%)、食物繊維総量(83%、73%、81%)であった。食品構成に問題があると考えられたので、食事改善の提案は、①食事バランスガイドの駒がまっすぐに立っている日は、良い食事です。バランスガイドの摂取点数が低い箇所を改善するように心がけてください ②脂質エネルギー比率は現状が良い状態なので、料理の品数や量を増す場合も油を伴わない方法を工夫して下さい、とした。

2) 介入後調査の結果にもとづく栄養指導の

実際

介入後調査について、表7と同じく7名の平均値を数値化したところ、エネルギーは $88.6 \pm 30.1\%$ 、栄養素の項目数は 3.9 ± 2.5 項目、食塩相当量は $104.7 \pm 23.5\%$ 、脂質エネルギー比率は $27.8 \pm 7.1\%$ であった。開始直後の栄養指導による介入が食事内容改善に向けた行動変容に影響したか否かを把握するために、介入後調査の結果を開始直後と比較したところ、栄養素の項目数、食塩相当量、脂質エネルギー比率ともに平均値の値は低下しており改善の傾向であった。しかし、開始直後と介入後間に統計的な有意差は認められず、その理由は7名のばらつきが大きいことによると考えられた。

被験者別に見た今回の2回分の調査結果(3日分の平均値と標準偏差)は図10の通りである。図は開始直後の栄養摂取状況のタイプ順に示した。aタイプの被験者では、被験者Aは食塩相当量が基準値まで低下し改善が見られた。一方、栄養素の項目数は増加し、脂質エネルギー比率は2名とも改善されなかった。調味料に由来する食塩の減量は実行しやすいが、脂質のおいしさに由来する嗜好は根強いいため改善が容易ではないことが理由ではないかと推察した。

bタイプでは2名とも栄養素の項目数が少なくなり改善が認められた。脂質エネルギー比率も基準値範囲まで低下し、明らかな改善が見られた。被験者Hの脂質エネルギー比率は基準値以下の18%まで低下した。

cタイプでは3名の改善状況がさまざまであった。栄養素の項目数が改善(減少)したのは被験者Eのみであった。脂質エネルギー比率は被験者Cが増加してしまった。開始直

後の調査結果では、今回の被験者の脂質エネルギー比率が全体的に高かった(表7)。そのため、cタイプの脂質エネルギー比率は3名とも25.4%であったにも関わらず「ほぼ適正」とみなして栄養指導を施した。このことが、積極的な行動変容に繋がらなかった理由として考えられる。

個々の被験者に対する栄養指導では、開始直後と同様式の成績表と栄養価集計表のほかに、開始直後と介入後の3日間の平均値同士を比較した集計結果も手渡して面談し、改善が認められていたかどうかを伝えた。総合評価として、摂取比率が低い栄養素の項目数、食塩相当量、脂質エネルギー比率の3点について、各々の改善状況を◎○△×で判定し、コメントを添えて理解を図った。脂質エネルギー比率は、開始直後よりも指導を厳しくして25.0%以上の場合は×とした。以降、運動プログラム終了までの約3か月間の努力目標として、◎あるいは○の判定であった点は継続を、△あるいは×の判定であった点は留意を呼びかけた。この頃には被験者から具体的な質問が出るようになり、栄養価集計表と成績表の見方についても理解が深まってきたと感じられた。個別対応として、成績表のメモ欄への書き込みや、食事記録に書かれていた食品・摂取量を手直した場合の成績表の提示等を行い、さらなる行動変容への動機付けを図った。

3) 今後の栄養指導に向けて

今回栄養指導を実施し、今後に向けて得られた示唆を以下にまとめた。①調査時期：栄養摂取状況調査はトレーニング開始直後と開始後約1か月半後の食事について行った。2度目の栄養指導後の約3か月半については被

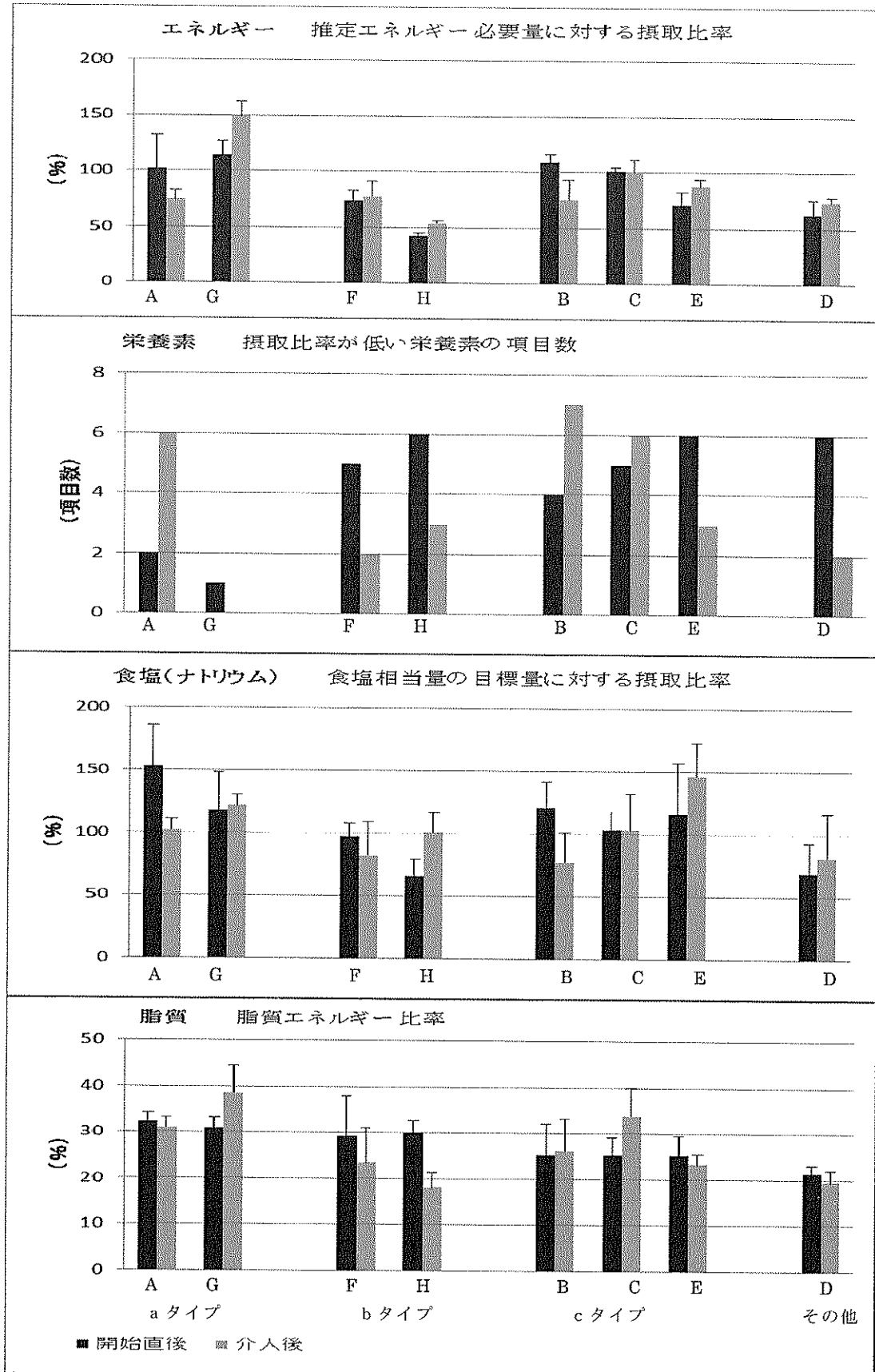


図10 被験者個々の開始直後と介入後の栄養摂取状況の比較

平均値±標準偏差

験者個々の裁量に任せている。したがって、トレーニングの前・後6か月間の血液性状や身体組成に認められた改善事象に対し、栄養面での行動変容が与えた効果を直接判断することはできない。トレーニング終了時の再調査や、食事摂取頻度調査の併用も検討する必要がある。食事記録の提出から栄養指導までの日数の短縮も課題である。②食事記録の方法：栄養価計算の根拠となる食事記録については、記入漏れ、不確実なものや過小評価も若干見受けられた。記入例（良い例、悪い例）、心理的負担への配慮が検討課題である。③行動変容を図るために：個々人の食事パターンはかなり固定化しており、急変させることは難易であると感じられた。被験者が受け入れやすい助言が必要である。成績表では食事バランスガイドの活用方法の検討が必要である。食事記録では全体的に魚類の出現頻度が非常に低いと感じられ、食品群別摂取量データの活用も課題である。④個人別の指導：トレーニング開始日以前に、一般的な知識として理想体重、エネルギーや栄養素の必要量、脂質エネルギー比率等について講義したが、これらは再度個人別に説明が必要であった。また、開始時点における各被験者の身体的特徴、血液検査の結果も十分に把握し、個々に対応した効果的アドバイスを強化することが必要である。⑤食べ方に関する情報提供：今回は欠食がなかったが、食行動の分析も必要である。近年時間栄養学の発展により、欠食だけでなく食べる順序・時刻・タイミングや咀嚼の状態等が栄養素の代謝に影響することが明らかにされている。これらのエビデンスを提示することも有効と考える。

IV. 要約

この研究の目的は、6か月間の有酸素的運動が中高年者の特定健診項目や体力に及ぼす影響について、その特徴を明らかにすることにある。

被験者は男子2名、女子6名の合計8名で、女子の1名（41歳）以外は60歳代で平均年齢が 60.3 ± 7.4 歳の健康な中高年である。被験者に課した運動は2種類あり、①週に1日は大学トレーニング施設におけるエアロバイクと軽度のダンベル運動、②それ以外の6日は自宅においてウォーキングを主体としたメニュー（60分前後）に6か月間取り組んだ。運動効果を確認するために、血液検査、身体組成、体力テストをトレーニング開始期とトレーニング終了期に測定した。なお、トレーニング開始期の被験者の特徴としては、体脂肪率が15.5%から33.0%の範囲（ $26.2 \pm 5.99\%$ ）にあり軽度肥満と判定される女子3名を含み、腹囲は男子2名ともがメタボリックシンドローム判定基準値の85cmを超え、女子は6名とも基準値の90cm以内に属していた。トレーニング前半期には栄養摂取状況調査に基づく栄養指導を実施した。被験者のほぼ全員に脂質エネルギー比率がかなり高い状況が見られたため、この点を重視して栄養指導を行った。

その結果、特定健康診査の項目では、中性脂肪と収縮期血圧に5%水準の有意な低下、そして腹囲に1%水準で有意な低下が認められた。身体組成は、体重や体脂肪率で統計的に有意な低下（各々5%、1%水準）、除脂肪体重は有意な増加（5%水準）を示した。身体各部位の周径囲は、腹囲以外に大転子周りの腰囲が大きな低下（1%水準）となった。一方、体力は有酸素的運動能力に改善効果

(5%水準)が認められた。

以上をまとめると、中高年者に6か月間の運動を課した結果、メタボリックシンドロームの予防効果が確認された。

(こだま こうせい 人間社会学部スポーツ健康学科教授, おおきた さちこ 人間社会学部スポーツ健康学科教授, よしかわ まゆみ 人間社会学部スポーツ健康学科教授)

文献

- 1) 厚生労働省告示第430号：国民の健康の増進の総合的な推進を図るための基本方針, 2012年.
- 2) Paffenbarger, R. S. et al.: Physical activity, All-cause Mortality, and Longevity of College Alumni. *N. Engl. J. Med.*, 314(10): 605-613, 1986.
- 3) Jassen, I., et al.: Effects of energy-restrictive diet with or without exercise on abdominal fat, intermuscular fat, and metabolic risk factors in obese women. *Diabetes Care*, 25: 431-438, 2002.
- 4) 運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動指針2006～生活習慣病予防のために～＜エクササイズガイド2006＞, 厚生労働省, 2006.
- 5) 厚生労働省健康局：標準的な健診・保健指導プログラム（確定版）, 2007.
- 6) 長嶺晋吉：皮下脂肪厚からの肥満の判定. *日本医師会雑誌*, 68, 919-924, 1972.
- 7) 鈴木正成：NHKおしゃれ工房ミセスのボディー改革ダンベル体操, 日本放送出版協会, 1995.
- 8) 女子栄養大学出版部：調理のためのベーシックデータ第4版, 2012.
- 9) 石井克枝監修：カラーチャート食品成分表, 教育図書, 2012.
- 10) 吉村幸雄：エクセル栄養君Ver.6.0, 建帛社, 2012.
- 11) 厚生労働省：日本人の食事摂取基準2010：<http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/sessyu-kijun.html>（参照 2012-06-02）
- 12) Park, Y.W., et al: The metabolic syndrome :prevalence and associated risk factor finding in the US population from the Third National Health and Nutrition Examination Survey, 1988-1994.*Arch Intern Med*,163:427-436, 2003.
- 13) Reaven, G.M. : Role of insulin Resistance in human disease. *Diabetes* 37: 1595-1607, 1988.
- 14) Boule, N.G., et al: Effects of exercise on glycemic control and body mass in Type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trial. *JAMA*, 286: 1218-1227, 2001.
- 15) Wing, R.R. et al :Exercise in a behavioral weight control programmer for obese patient with Type 2 (non-insulin-dependent) diabetes. *Diabetologia*, 31: 902-909, 1988.
- 16) Watkins, L.L. et al : Effects of exercise and weight loss on cardiac risk factors associated with syndrome X. *Arch Intern Med*, 163 : 1889-1895,2003.
- 17) Kissebah, A.H., et al : Relation of body fat distribution to metabolic complication of obesity. *J Clin Endocrinol Metab*, 54:254-260, 1982.

- 18) Sawada, S.S., et al. : SN. Cardio-respiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes: prospective study of Japanese men. *Diabetes Care*, 26:1918-1922, 2003.
- 19) 運動所要量・運動指針の策定検討会：健康づくりのための運動基準2006～身体活動・運動・体力～報告書，2006年.
- 20) 加賀谷淳子：女性の健康とスポーツ. *体育科学*, 19 : 221-227, 1991.
- 21) コンビ社：PWC_{75%HRmax}における評価表. エアロバイクマニュアル.
- 22) Lexell, J., et al : What is the cause of the ageing atrophy? Total number, size and proportion of different fiber types studied in whole vastus lateralis muscle from 15- to 83-year-old men. *J Neurol Sci*, 84:275-294, 1988.
- 23) 文部科学省：平成20年度体力・運動能力調査調査結果統計表, 2012.
- 24) 厚生労働省：平成23年国民健康・栄養調査結果<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000002q1st> (参照 2013-03-08)
- 25) 国立健康・栄養研究所監修：ポケット食事摂取基準，建帛社，2011.