

【論文】

中高年者の運動と栄養指導の介入効果 ーメタボ予防のための運動教室 2012・2013・2014 年度ー

大喜多祥子、吉川眞由美、児玉公正

I. はじめに

メタボリックシンドローム（内臓脂肪症候群）では、腹腔の臓器の周辺に多量に蓄積した脂肪が高脂血、高血圧、高血糖を誘発し、その結果循環器疾患の発症の危険度を著しく増大させる¹⁾。内臓脂肪による肥満は、正確には腹部 CT（コンピュータ断層画像）で内臓脂肪面積が 100cm² 以上の場合を指すが、通常指標としては臍窩の腹囲で判断され、男子では 85cm 以上、女子では 90cm 以上に相当する。内臓脂肪 1kg の増加は腹囲 1cm の増加を招く²⁾。したがって、メタボリックシンドローム予防には、まず体重を適正に保ち、内臓脂肪の蓄積を抑制することが重要であり、適切な運動と栄養による体重の管理が必須となる。

現在わが国では BMI の値 25 以上を肥満判定の基準として用い、その基準値を超えないことが提唱されてきたが、BMI25 以上の者の出現割合は依然として横ばいである。その割合は、直近のデータである平成 25(2013)年国民健康・栄養調査の結果³⁾ でみても、男性 50 歳台 31.1 %、60 歳台 28.7%、女性 50 歳台 21.9%、60 歳台 21.5%であり、中高年者において高率である。

国策として、厚生労働省は平成

24(2012)年 7 月、第四次国民健康づくり対策として「21 世紀における第二次国民健康づくり運動(健康日本 21(第二次))」⁴⁾ を告示した。これは、ライフステージに応じて健やかで心豊かに生活できる活力ある社会を実現し、その結果として社会保障制度を持続可能なものとする方策であり、平成 25(2013)年度から平成 34(2022)年度までの間取り組むものである。身体活動・運動分野では①日常生活における歩数の増加、②運動習慣者の増加などを目標としている。また、「ロコモティブシンドローム（運動器症候群）を認知している国民の増加」、「足腰に痛みのある高齢者の割合の 1 割減」などをあげており、これらの目標を達成することを通じて健康寿命の延伸に寄与することを目指している。

これらの目標達成のツールとして、平成 25(2013)年 3 月に「健康づくりのための身体活動基準 2013」・健康づくりのための身体活動指針「アクティブガイド」⁵⁾ が発表された。その中で、「高齢者の医療の確保に関する法律」に基づく特定保健指導では、「身体活動・運動指導単独ではなく、食事・栄養指導との併用が必要である。エネルギー調整に配慮した減量計画を立て、メタボ改善に取り組むことが

望ましい」としている。

近年の以上のような健康増進施策に鑑み、我々の本プログラムは、大学の公開講座「メタボ予防のための運動教室」と題し、地域住民の保健医療改善対策として 2010 年度から継続して取り組んでいるものである。その目的、方法の詳細は 2012 年度の結果を考察した既報⁶⁾に記した通りである。なお、本プログラムの開始 3 年目であった 2012 年度は、前述した国策となる保健指導プログラム⁷⁾ 従い栄養や医学的な視点から多角的に支援した結果、中高年に対する 6 か月間の運動指導によって、興味深い結果が得られた⁶⁾。すなわち、トレーニング開始時と終了時を比較すると、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では血中中性脂肪量、収縮期血圧の低下が認められた。身体組成に関しては体重、上腕皮脂厚、体脂肪率、体脂肪量、BMI などの低下、周径囲では腹囲、腰囲に顕著な低下が認められた。また、体力に関しては $PWC_{75\%HR_{max}}$ 、最大酸素摂取量増加を確認することができた。

2013 年度、2014 年度は、2012 年度の運営方法を継承して実施した。その企画内容は、一つは運動・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すること、一つは 6 か月間にわたる運動実践に取り組むといった 2 本立てとしている。特に運動実践は、概ね週「23 (メッツ・時)」の身体活動を課したが、実行されているか否かを判定するために歩数データの解析を加

えて検討した。また、栄養指導の介入については、食事摂取頻度調査の導入などを加え、6 か月間継続した指導体制をとって行動変容をより促す取り組みを試みた。

本報では、2012 年度の結果に 2013 年度、2014 年度の結果を加え、運動指導と栄養介入を合わせて実施したこの 3 年間の被験者 (合計 17 名) を対象として解析し、本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、運動と栄養指導の介入効果を検証した。

II. 方法

1. 被験者

本報調査の解析対象とした被験者 17 名 (2012 年度 7 名、2013 年度 4 名、2014 年度 6 名) の身体的特徴は表 1 の通りである。なお、運動教室の参加者の内、開始時にメタボリックシンドロームが疑われた者は解析対象から除いている。年齢は 41 歳から 73 歳で、40 歳代 3 名、50 歳代 3 名、60 歳代 10 名、70 歳代 1 名 (58 ± 8 歳)、性別は男子 6 名、女子 11 名の健康な中高年であった。身体組成は体脂肪率が 17.2% から 34.8% の範囲 (23.0 ± 5.2%) にあり、長嶺の体脂肪率による判定基準 (1972 年)⁸⁾ から軽度肥満 5 名 (男子 1 名、女子 4 名) を含み、腹囲は男子 5 名がメタボリックシンドローム基準値 (85 cm)¹⁾ を超えていた。

表 1 被験者の身体的特徴（トレーニング開始時）

	氏名	年齢 (歳)	性別	身長 (c m)	体重 (k g)	体脂肪率 (%)	腹囲 (c m)
2012 (H24) 年度	A	64	女	155.0	53.7	24.7	82.5
	B	41	女	153.0	53.6	32.7	78.5
	C	61	女	154.0	49.4	25.6	84.1
	D	61	女	165.0	64.3	32.4	86.3
	E	63	女	161.0	55.4	19.7	79.2
	F	64	男	169.0	87.1	25.6	101.0
	G	63	女	155.0	60.3	33.0	85.0
2013 (H25) 年度	H	58	女	158.0	53.2	28.4	80.0
	I	62	男	174.0	74.7	17.2	91.2
	J	42	女	158.0	59.5	23.6	84.5
	K	49	女	164.0	54.2	19.7	74.1
2014 (H26) 年度	L	52	女	158.0	52.4	34.8	82.5
	M	73	男	165.0	68.7	18.6	88.5
	N	58	男	167.0	71.6	21.1	83.1
	O	61	男	160.0	62.3	20.7	86.0
	P	62	女	154.0	57.2	23.9	82.5
	Q	60	男	170.0	73.8	21.9	90.0
	平均値	57.7		162.8	62.8	23.0	84.2
	標準偏差	8.4		6.3	8.8	5.2	5.1

※体脂肪率は上腕背部と肩甲骨下角部の皮脂厚から求めた測定値

2. 運動課題

被験者に課した運動⁶⁾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)⁹⁾: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プッシュアップエイ、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。

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分かけ、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

は修了となった。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2006²⁾から週23(メッツ・時)とし、そのうち4(メッツ・時)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2012年度21日⁶⁾、2013年度22日、2014年度20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量として確認した。被験者の平均歩数/日は2012年度と同程度と見込んだ。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(メッツ・時)はクリアしているものと判断した。

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⁶⁾

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⁷⁾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⁶⁾

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⁸⁾、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(へその周囲)、腰囲(大転子の周囲)、大腿囲、下腿囲を計測した。

3) 体力の評価⁶⁾

月に1度の頻度で、エアロバイクを用いたPWC_{75%HRmax}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

①食事記録の栄養価分析

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の資料を得るために、食事記録法による調査を行い、栄養価計算ソフトを用いて分析した。その方法⁶⁾は3か年同じである。実施時期と日数については、2013年は既報⁶⁾と同様6月(3日間)と8月(3日間)の2回とした。2014年度は、被験者自身が食事記録を書くことや分析結果を見る機会を継続して持つことを主目的とし、6月(1日)、7月(1日)、および10月(1日)の合計3回実施した。

②食物摂取頻度調査 (BDHQ)

2013年度、2014年度は食物摂取頻度調査法の一つである簡易型自記式食事歴法質問票 (BDHQ)¹⁰⁾を実施した。BDHQは調査日からさかのぼった1か月間の食品や料理の摂取頻度を回答する調査であり、限られた数日の食事内容記録では把握しがたい被験者個々の食習慣の特徴を捉えることができるとされていることから採用した。調査時期はトレーニング開始時(6月初旬)と修了前(11月下旬)の2回とした。分析はDHQサポートセンター¹⁰⁾に委託した。

2) 行動変容のための働きかけ

行動変容のためにはPDCAを意識した

栄養指導が望ましいことから、前項①②の分析結果が出る都度、被験者に資料を手渡して見方を説明しながら個別面談による栄養指導を行った。①に関する資料は、既報⁶⁾と同様に作成した成績表、および栄養価集計表などであり、成績表を用いて主として各栄養素の食事摂取基準値¹¹⁾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。2回目以降は、前回の結果と比較して改善状況の有無を示した。②に関する資料は、BDHQ仕様の個人結果表およびメッセージカードを用いた。個人結果表には評価項目ごとの総合評価が赤・黄・青信号¹⁰⁾で表記されており、メッセージカード(解説資料)は赤・黄信号と評価された項目があった場合に個人別に作成されたものである。BDHQ1回目の実施目的は、トレーニング開始以前の自己の食習慣の問題点を意識し改善を動機付けることであった。2回目の実施目的は、6か月間の栄養指導介入による食習慣の変容の有無を検証することとした。

III. 結果と考察

中高年者に対する6か月間の運動と栄養による介入が諸測定値に及ぼす影響を表2~6、並びに図1~11にまとめた。表と図は、被検者17名の結果をトレーニング開始時と修了時の2期に分けて平均値

と標準偏差でまとめた。これら 2 期間データの増減比較は t 値から判定し、表や図にはその結果も記した。

1. 血液性状に及ぼす運動と栄養介入の影響

運動/身体活動量の低下が、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ことは周知になって久しい。エアロビックスセンター縦断研究 (Aerobics Center Longitudinal Study, ACLS) の女性コホートの研究では身体的フィットネスレベルの低いものでメタボ

リックシンドロームの頻度が高く¹²⁾、男性コホート研究ではフィットネスレベルが高ければ、メタボリックシンドロームの合併の有無に関係なく全死亡および血管死のリスクに差が無くなると報告されている¹³⁾。

今回は、メタボリックシンドロームの有無にかかわらず、成人男女 17 名を被験者として 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、表 3)。

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)
開始時	113.8±	61.5±	121.8±	128.3±	76.9±	84.6±
	66.11	14.40	29.17	14.93	11.52	5.82
終了時	107.2±	64.3±	124.5±	121.6±	72.9±	79.3±
	53.08	16.28	25.25	13.40	8.24	7.73
有意差 検定	n. s.	p<0.05 t=2.325	n. s.	p<0.05 t=2.673	n. s.	p<0.01 t=5.310

n=17、平均値±標準偏差、有意差検定結果

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)
開始時	20.5±	17.9±	29.6±	96.9±	5.7±	13.7±
	6.53	6.92	21.05	19.74	0.52	1.12
終了時	23.7±	19.5±	33.0±	95.1±	5.7±	14.2±
	9.35	10.33	22.48	18.25	0.31	1.32
有意差 検定	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	P<0.01 t=3.696

n=17、平均値±標準偏差、有意差検定結果

トレーニング期の開始前と修了時の測定値を比較すると、体重・皮下脂肪厚（表4 参照）、腹囲、収縮期血圧/拡張期血圧値、血液検査では HDL コレステロール・血色素に以下の変化が得られた。

- ① 体重の減少
- ② 皮下脂肪厚の減少、腹囲の減少
- ③ 収縮期血圧の低下、拡張期血圧低下傾向

- ④ HDL コレステロール値(HDL-C 値)低下
- ⑤ 血色素値（Hb 値）の増加

体重減少効果、皮下脂肪減少効果については他の項目で詳細な検討が述べられているため、ここでは医学的検査データとの比較検討のために引用した。

図1、図2、図3は、有意差が得られた収縮期血圧と HDL コレステロール、血色素の変化を示すグラフである。

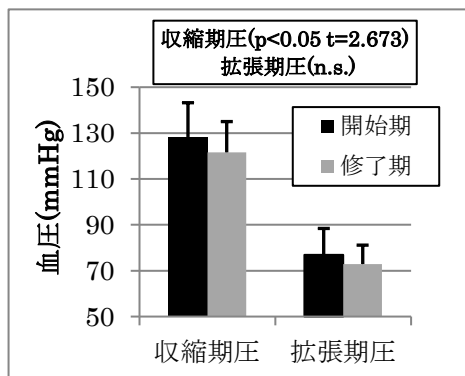


図1 収縮期/拡張期血圧の変化

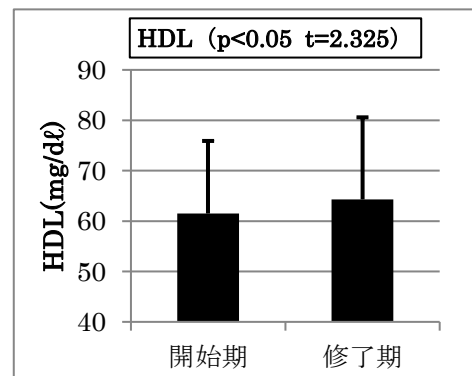


図2 HDL コレステロールの変化

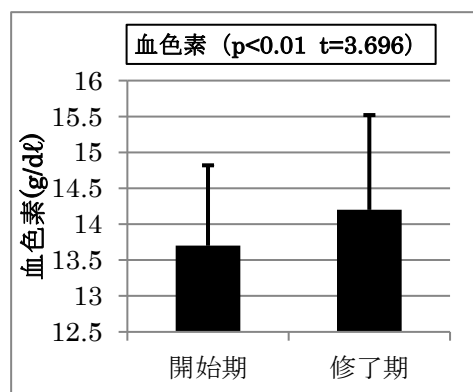


図3 血色素の変化

メタボリックシンドロームにおける高血圧の成因には神経性因子（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。肥満の結果蓄積される皮

下脂肪内の脂肪細胞由来の生理活性物質の一つであるアディポサイトカインの異常から、インスリン抵抗性をきたすサイトカインが放出され、器質的血管肥厚を起こさせ、動脈硬化が促進する。また、

皮下脂肪が大量に蓄積すれば、本来はアディポサイトカインとは逆に動脈硬化に抑制的に働くやはり脂肪細胞から分泌される生理活性タンパク質であるレプチンが増加し、上記の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を招き、体組織増大による酸素需要の増加から心拍出量の増加を招き、血圧を上昇させる。

運動療法は、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、レジスタンス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¹⁴⁾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、血圧はすべて低下し、HDL-C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。

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、動脈硬化を放置しておくと血管狭窄や虚血となり脳卒中や心筋梗塞の原因となる。図 1 の結果を見ると、収縮期血圧、拡張期血圧ともに低下しており、これは運動療法で期待されうる交感神経活性の低下や循環血流量の低下と血管拡張による効果であ

ろう。また、運動によるストレス軽減による交感神経活性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も加味されている。

図 2 からは HDL コレステロール値 (HDL-C 値) の上昇という結果が見られる。有酸素運動は血中トリグリセリドレベル (TG) を低下させ、血中 HDL-C 値を上昇させる。今回、TG 値、血中総コレステロール、血中 LDL コレステロールの低下は明らかでなかったものの、そもそも、血中総コレステロール値 (T-Ch)、血中 LDL コレステロール (LDL-C) 値は、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、冠動脈疾患の患者に、週 3 時間以上の中程度の有酸素運動を、禁煙や食事制限といった他の生活習慣改善とともに 1 年間継続した結果、体重減少、血中総 T-Ch 値、血中 LDL-C 値の減少が認められ、冠動脈狭窄も退縮したとの報告がある¹⁵⁾。今回の研究では 6 か月の経過しか追っていないため、一年間のデータ収集は今後の課題となろう。

図 3 については、ヘモグロビン (Hb) 値の上昇はトレーニングにより、酸素摂取能力が向上したことを示す。最大酸素摂取量が増大すれば、全身持久力が高まり、生活習慣病の発症のリスクを下げる¹⁶⁾。最大酸素摂取量の約 50% の軽度～中等度の強度の運動を定期的に継続する「トレーニング効果」を増加させれば、心肺機能の向上、循環血液量の増大、筋・骨格系の肥大を認めインスリン抵抗性の改

善につながる。

これらの結果から、運動療法（有酸素運動+レジスタンス運動）がメタボリックシンドロームの予防と治療に効果があることが証明された。

2. 身体組成に及ぼす運動と栄養介入の影響

身体組成に関する結果を示した表4では数値に低下が期待される項目は減少し、向上が望まれる項目は増加した。これら数値の増減について、特に注目する測定項目を図に書き改め、その特徴を明らかにした。図4にまとめた体重は5%水準（ $t=2.874$ ）、体重の中に占める脂肪の割合を推定する体脂肪率（図5）が1%水準（ $t=6.038$ ）、体脂肪量（図は割愛）が1%水準（ $t=5.523$ ）、そして、体重から脂肪量を差し引いた除脂肪体重・LBM（図6）が1%水準（ $t=3.000$ ）の確率で、それぞれの変動には統計的に高い有意性が確認できた。

体脂肪率は皮下脂肪厚から求めた。その結果（図7）は、上腕背部（黒いバー）、肩甲骨下角部（グレーのバー）両項目とも脂肪厚減少は統計的に1%水準（ $t=6.087$ 、 $t=4.343$ ）の有意差が認められ、脂肪が減少したことを裏付ける要因といえる。脂肪減少の根拠を高める意図から体幹や四肢の周径囲変動に注目した。図8は上肢の変動を示すグラフである。上腕囲は1%水準（ $t=5.781$ ）の有意差が認められ、前腕囲には認められなかった（ $t=1.745$ ）。図9は体幹部の腹囲と腰囲のグラフで、腹部とヒップ周りに1%水準の有

意な減少効果が得られた。下肢の周径囲（図は割愛）は、大腿囲に1%水準（ $t=3.615$ ）の有意な低下が得られたが、下腿囲の減少に統計的な有意水準が得られなかった。

教室開催の主旨はメタボリックシンドローム予防改善対策にあり、内臓脂肪減少が課題である。腹部周径囲縮小は間接的ながら内臓脂肪減少を意味し、併せて体脂肪率減少から推定すると、6か月間の運動と栄養による介入指導は適切であったと言えよう。

さて、解剖学的構造を意識し皮下脂肪厚とその部位を取り巻く周径囲の変化から内部組織増減の特徴を読み取る。骨格部分のサイズ変化がないものと仮定し、筋や脂肪といった皮下組織の量的変化を推定したい。仮に、皮下脂肪厚は変化がなく、周径囲が変化した場合は筋量が増減したと予想できる。福永と金久（1990）¹⁷⁾は、身体各部位の皮下脂肪厚の特徴は、男女とも腹部＞大腿部＞上腕後部＞下腿後部＞前腕前部の順に高い、と紹介している。

今回の我々のデータでは、上肢の上腕部は皮下脂肪厚と周径囲いずれもがトレーニング開始時に比べ終了時に減少した。前腕部については、もともと皮下脂肪厚が少ない部位¹⁷⁾であることから、運動や栄養の介入した影響が及ばなかったものと思われた。同様に、下肢は皮下脂肪厚計測対象外で周径囲のみの現象であるが、大腿部（ $t=3.615$ ）に統計的に1%水準の有意な減少が得られ、その遠位端

となる下腿部（ $t=1.667$ ）には有意性が認められなかった。体幹部分の腹部と腰部の減少については両項目とも統計的に1%水準の有意性が確認されたが、腹部と下肢部分の接合部となる腰部の t 検定値（ $t=3.140$ ）が腹部（ $t=5.310$ ）よりも低い値を示した。 t 検定値が高いということは、その精度が上がり差異の確率が

高くなることを意味する。

このように運動や栄養介入による脂肪減少効果は、体幹では中心部となるへそ回りが、四肢では体幹部に近いほどその影響が大きいものと推察し、興味深い結果となった。この特徴については、トレーニング開始時に対する修了時の変化率データ（図 12）の項目でも確認する。

表 4 トレーニング期の開始時と修了時の身体組成測定結果

測定日	体重	上腕皮脂厚	肩甲皮脂厚	体脂肪率	体脂肪量	除脂肪体重	BMI
	(kg)	(mm)	(mm)	(%)	(kg)	(kg)	(IU)
開始時	61.8± 9.93	18.5± 6.84	19.9± 4.07	24.9± 5.37	15.2± 3.34	46.6± 9.15	23.7± 2.68
修了時	60.4± 10.27	15.0± 5.45	17.0± 3.28	21.5± 4.13	12.8± 2.55	47.6± 9.31	23.1± 2.66
有意差 検定	$p<0.05$ $t=2.874$	$p<0.01$ $t=6.087$	$p<0.01$ $t=4.343$	$p<0.01$ $t=6.038$	$p<0.01$ $t=5.523$	$p<0.05$ $t=3.000$	$p<0.05$ $t=2.900$

n=17、平均値±標準偏差、有意差検定結果

表 5 トレーニング期の開始時と修了時の周径測定結果

測定日	上腕囲	前腕囲	腹囲	腰囲	大腿囲	下腿囲
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)
開始時	26.9± 2.26	23.7± 2.22	84.6± 5.82	93.5± 4.36	53.8± 4.18	36.7± 3.02
修了時	25.8± 2.04	23.2± 2.61	79.3± 7.73	92.0± 4.77	52.4± 3.48	36.5± 3.04
有意差 検定	$p<0.01$ $t=5.781$	n. s.	$p<0.01$ $t=5.310$	$p<0.01$ $t=3.140$	$p<0.01$ $t=3.615$	n. s.

n=17、平均値±標準偏差、有意差検定結果

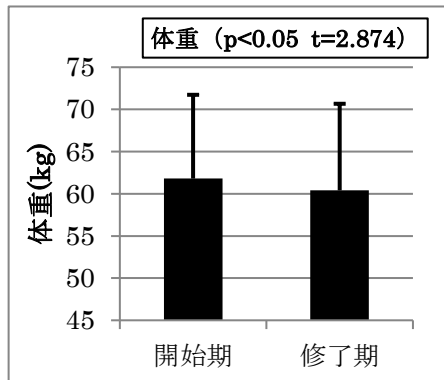


図 4 体重の変化

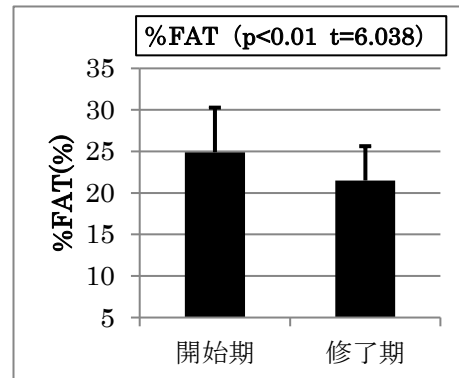


図 5 体脂肪率の変化

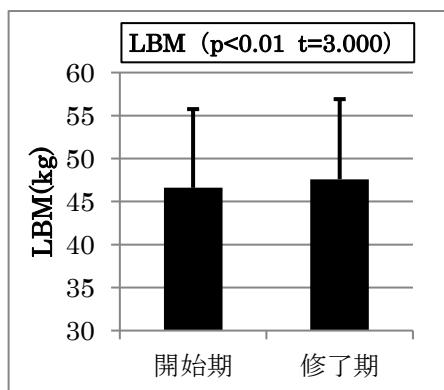


図 6 除脂肪体重の変化

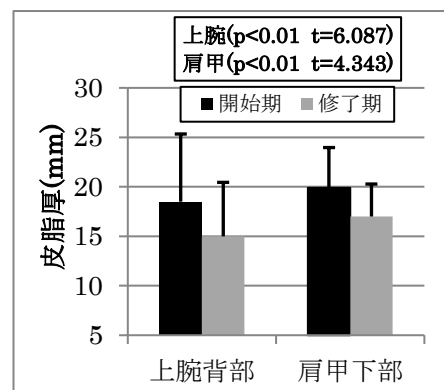


図 7 皮下脂肪厚の変化

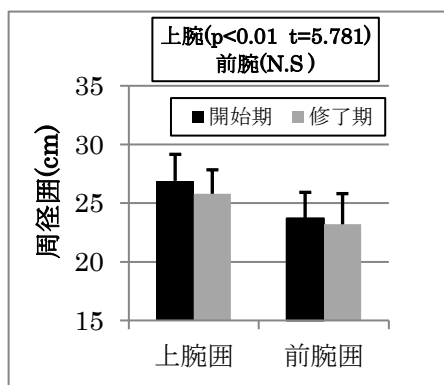


図 8 上肢周径囲の変化

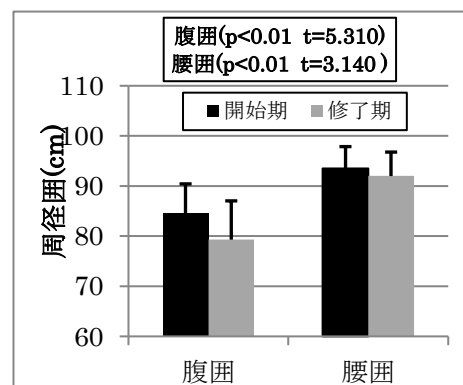


図 9 腹部周径囲の変化

3. 体力に及ぼす運動と栄養介入の影響

体力は、有酸素性能力として有酸素性パワーと最大酸素摂取量、かたや無酸素性能力として椅子の立ち上がり動作 10

回に要する時間と握力を測定し、運動と栄養による介入効果を確認した。被験者に課した主運動は、自宅周辺のウォーキングであるが有酸素性運動能力はエアロ

バイクを用い確認した。

結果は表 6 と図 10・11 にまとめた。有酸素性パワーは、トレーニング開始前は 89.8 ± 29.42 (ワット) が修了時には 107.4 ± 28.06 (ワット) (有意差 5%水準、 $t = 2.575$) に、そして最大酸素摂取量は 23.9 ± 6.58 (ml/kg/分) が 30.6 ± 8.19 (ml/kg/分) (有意差 1%水準、 $t = 3.197$) に増加した。一方、椅子の立ち上がり動作は 11.7 ± 3.50 (秒) から 9.0 ± 2.41 (秒) と動作時間が短縮 (有意差 1%水準、 $t = 4.937$) した。しかし、筋力の代表とした握力は 30.7 ± 7.39 (kg) から 31.1 ± 7.79 (kg) と微増傾向を示したが統計的な有意水準 ($t = 0.672$) には及ばなかった。

これら体力に対する介入影響は、被験者に課した運動種目の特異性がもたらした結果であると推察した。6 か月間の主運動は自宅で取り組むウォーキングであり、有酸素性運動が呼吸循環器系に刺激を与えた結果と思われる。ウォーキングに動員される筋は下肢筋群が主働筋となる。その刺激が足腰を鍛え、椅子の立ち上がり動作改善効果をもたらしたものと推察した。ロコモティブシンドローム対策としても注目する興味深い結果が得られた。

一方、教室に参加した被験者の有酸素性能力の水準について同年代の全国平均値と比較した。対象データは文部科学省が毎年実施する体力・運動能力調査結果¹⁸⁾である。有酸素性運動能力測定項目は 20m シャトルランを用い評価している。

この研究に参加した被検者の年齢が 57.7 ± 8.4 歳 (男女混合) であることを踏まえ、最新データとして公表された平成 25 年度の結果 (2014)¹⁸⁾ は、55 歳～59 歳の男子が 33.94 回、女子が 18.79 回と報告されていた。このシャトルラン結果から最大酸素摂取量に換算すると、男子が 33.7 ml/kg/分 、女子が 30.37 ml/kg/分 となり、男女を合わせた平均値が 32.7 ml/kg/分 と推定され、この値を対象値とした。この実験の被検者は、トレーニング開始時は 23.9 ± 6.58 (ml/kg/分) が、修了時には 30.6 ± 8.19 (ml/kg/分) に向上した。しかし、同年代の対象値と比較した場合、トレーニング開始時は明らかに全国平均値を下回る被検者たちであった。それが運動と栄養の介入によりトレーニング修了時には全国平均値に近似する水準まで向上した。換言すると、有酸素性運動能力が少々劣っている者でも、6 か月間のウォーキングや栄養指導により標準値まで回復・向上することができていることを証明した。有酸素性能力がトレーニングにより改善される効果について、加賀谷 (1991)¹⁹⁾ はトレーニング開始時の値が低い場合にその増加率が高くなることを示唆した。この実験の被験者たちにもこの見解要因が少なからず影響を及ぼしたものと推察した。

さて、握力について考察する。皮下脂肪厚測定値から計算により求めた除脂肪体重 (LBM) は 46.6 ± 9.15 (kg) から 47.6 ± 9.31 (kg) と増加 (有意差 1%水準、 $t = 3.000$) し、筋量増加を推定する結果が

得られた。しかし、筋力を代表する握力にはその効果が及ばなかった。この背景は、前述したように被験者に課した運動種目の特異性がもたらした結果で、僅かに週に1度の軽負荷（男性3～5 kg、女性1～2 kg）によるダンベル運動のみであったことに起因すると考察した。課したダンベル運動には前腕を刺激・負荷する種

目を用意しなかったこともその一因と考えられる。

以上をまとめると、6 か月間のウォーキングによる運動と栄養による介入は有酸素性運動能力を明らかに改善・向上させる効果が認められ、足腰を強化するロコモティブシンドローム対策にもなりうる可能性を示唆する結果となった。

表6 トレーニング期の開始時と修了時の体力測定結果

測定日	有酸素性パワー	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）
開始時	89.8±29.42	23.9±6.58	11.7±3.50	30.7±7.39
修了時	107.4±28.06	30.6±8.19	9.0±2.41	31.1±7.79
有意差検定	p<0.05 t=2.575	p<0.01 t=3.197	p<0.01 t=4.937	n. s.

n=17、平均値±標準偏差、有意差検定結果

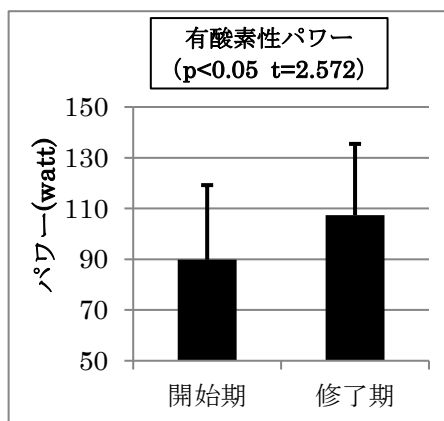


図10 有酸素性パワーの変化

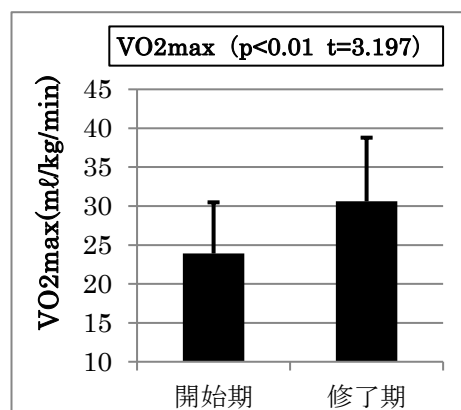


図11 最大酸素摂取量の変化

4. 血液性状、身体組成、体力評価の介入による増減率

トレーニング開始時に対する修了時の測定項目別変化率は図12にまとめた。

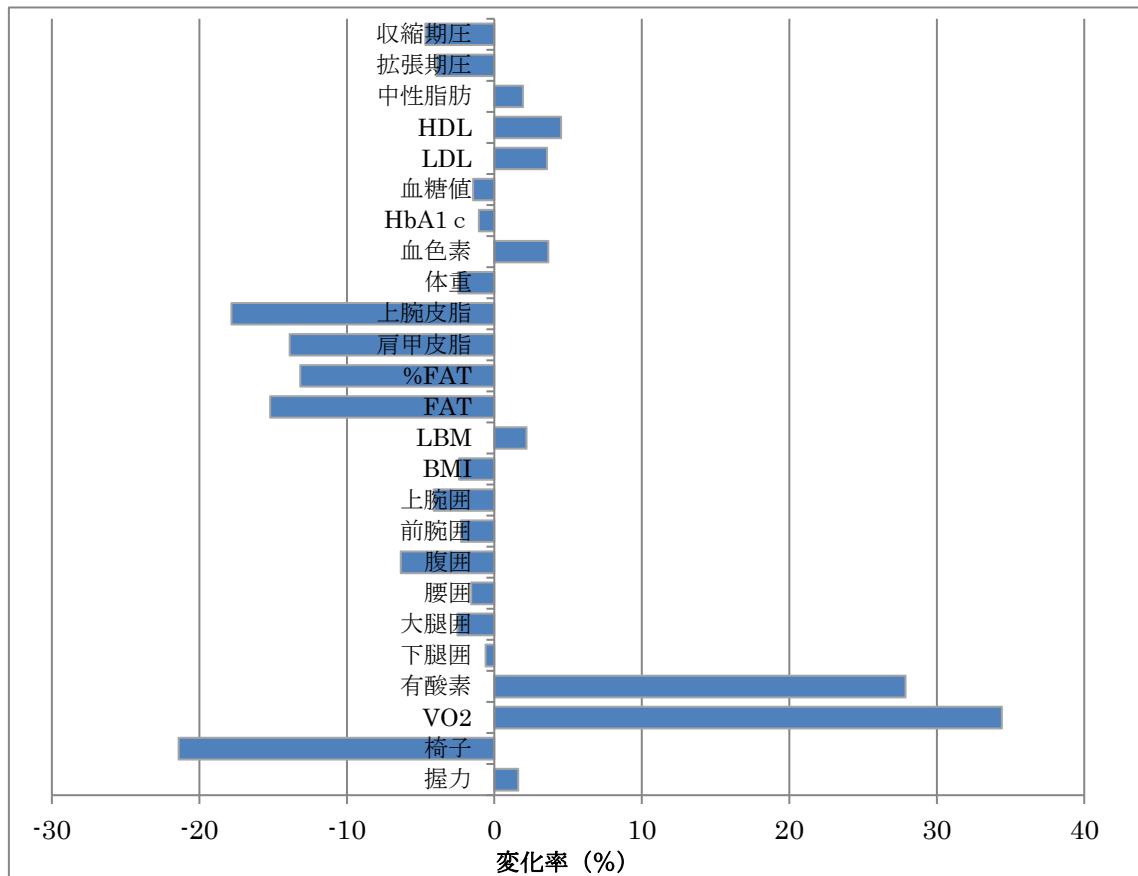


図 12 介入前後の測定項目別変化率
n=17 17 名の変化率の平均値で作図

1) 血液性状

血液性状に関する変化率が比較的大きかった測定項目は収縮期圧 (-4.7%)、拡張期圧 (-3.9%)、HDL コレステロール (+4.5%)、血色素 (+3.7%) であった。

2) 身体組成

身体組成は皮脂厚に注目すると上腕部が-17.8%、肩甲骨下角部が-13.9%の大きな変化を認めた。さらに周径囲が上腕部 (-4.1%)、大腿囲 (-2.5%) と減少し、それらの影響を受けた体脂肪率変化割合が-13.9%に大きく改善される結果となった。身体各部位別に脂肪が減少する特徴に注目した。先行研究 (1990) ¹⁷⁾ は、

身体各部位の皮下脂肪厚の特徴は、男女とも腹部>大腿部>上腕後部>下腿後部>前腕前部の順に高い、と紹介している。それを踏まえ、運動と栄養による介入後に付着した脂肪が多く減少する部位は、腹囲>上腕囲>大腿囲>前腕囲>腰囲>下腿囲の順に多く、介入前に脂肪が多く蓄積された部位ほどその減少が大きいという興味深い結果が得られた。特に、メタボリックシンドローム判定の主項目となる腹部の脂肪減少に効果が認められたことに注目し、この症候群の予防・改善に運動や栄養の介入が効果的であることが示唆された。

腹部内臓脂肪量は間接的に CT スキャナー等で精度が高い測定値を得る。これらの測定器は、我々の指導するフィールドでは用意することがかなわない。しかし、皮下脂肪厚やその周囲長を求めることにより、ある程度の予測が可能である。このデータは、そのような位置づけを含んでいることをお断りしたい。

3) 体力評価

体力の変化は有酸素性運動能力を反映した有酸素性パワー（+27.9%）、最大酸素摂取量（+34.4%）に高い増加割合が認められ、運動介入がウォーキング種目を主運動に課したことがその要因であると推察した。歩行運動により足腰の強化も図られ、椅子の座り立ち 10 回動作に要する時間も 21.4%短縮する付帯的な効果も得られ、ロコモティブシンドローム対策としてもウォーキングが有効になる可能性を示唆する結果と言える。

5. 被験者の栄養摂取状況とその変化

1) 食事記録から見た栄養摂取状況

2012 年度の食事記録の分析結果は既報

6) に記したが、トレーニング初期に 2 回の栄養介入を実施していた。そこで 2013 年度は介入を継続するために 2 回目の時期を 8 月とした。エネルギー、たんぱく質、カルシウム、鉄、レチノール当量、ビタミン B₁・B₂・C、食物繊維総量、食塩相当量、脂質エネルギー比率について、1 回目 6 月と 2 回目 8 月平均値の t 検定を行った結果、2 回目に改善がなされたことを示すような有意差は認められなかった。その理由として、2 回目が暑中であつたため、規則正しい食事を摂ることが困難な時期であり、3 日間の食事記録を書くことも負担増であつたと考えられた。また、被験者による摂取量のばらつきが大きく、偏った食事傾向を持つ者が含まれていたことも理由と考えられた。そこで、2014 年度は食事記録を書く日数は 1 日として 10 月も加えて 3 回実施した。1 日調査では個人の習慣的な摂取量の推定はできない²⁰⁾ が、各被験者が自己の食事記録と分析結果とを詳細に照合することで、理解を深めることを狙いとした。

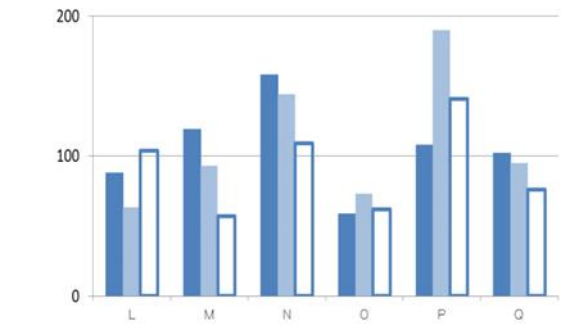


図13 食塩摂取量の基準値に対する割合 (%)
食事記録の栄養価計算結果<2014年度 被験者6名>
1回目 2回目 3回目

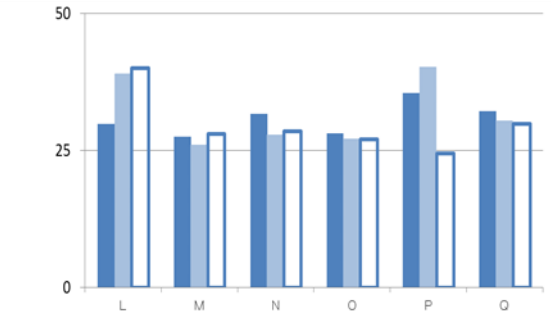


図14 脂質エネルギー比率 (%)
食事記録の栄養価計算結果<2014年度 被験者6名>
1回目 2回目 3回目

栄養指導に用いた資料の内、動機付けのため全員に配布物した資料の一例を図 13、図 14 に示した。他の被験者の状況を知ることが行動変容に繋がることを期待した。

2)BDHQ の結果に見られた食習慣の改善状況
食習慣の状況を把握するために、2013 年度、2014 年度に行った BDHQ の結果を開始時（6 月）と修了時（11 月）で比較し、表 7、図 15 に示した。

表 7 トレーニング開始時と修了時の栄養素の摂取量

＜2013, 2014 年度被験者 10 名 BDHQ の結果＞

調査日	BMI	カルシウム	鉄	ビタミンC	食物繊維
	(kg/m ²)	(mg)	(mg)	(mg)	(g)
開始時	23.5±2.1	734±342	8.33±2.48	102±61	12.9±5.9
修了時	23.2±2.4	762±340	9.62±2.82	163±65	14.3±5.3
有意差 検定	n. s.	n. s.	n. s.	p<0.01 t=3.615	n. s.

調査日	カリウム	食塩	飽和脂肪酸	コレステロール	たんぱく質	脂質エネルギー比率
	(mg)	(g)	(%E)	(mg)	(g)	(%E)
開始時	2870±1018	12.5±2.8	8.29±2.59	455±121	79.6±18.2	27.8±6.5
修了時	3380±1062	13.4±3.5	8.35±2.63	504±139	87.5±22.7	29.5±7.7
有意差 検定	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

n=10、平均値±標準偏差、有意差検定結果

表 7 より、開始時の各栄養素の摂取量を食事摂取基準¹¹⁾と比較した場合の特徴は、鉄、食物繊維が不足、食塩が超過、飽和脂肪酸が超過、脂質エネルギー比率が高いといえた。開始時に比べ修了時の摂取量に有意な変化が認められたのはビ

タミンCの増加であり、数値の増加が望ましいカルシウム、鉄、食物繊維およびカリウムは、有意差はなかったものの増加傾向にあった。一方、数値の低下が望ましい食塩、飽和脂肪酸、脂質エネルギー比率は有意差が認められなかった。

		体重	不足が気になる栄養素					取り過ぎが気になる栄養素				エネルギー比率	
被験者	調査時期	BMI	カルシウム	鉄	ビタミンC	食物繊維	カリウム	食塩	※脂肪	飽和脂肪酸	コレステロール	※脂質	炭水化物
H	6月	○	×	○	×	×	△	△	○	○	○	○	○
	11月	○	×	○	△↑	×	△	×↓	△↓	△↓	○	△↓	○
I	6月	○	△	○	○	×	△	×	△	△	○	△	○
	11月	△↓	×↓	○	○	×	○↑	×	○↑	○↑	○	○↑	○
J	6月	○	×	×	○	×	△	×	×	×	○	×	△
	11月	○	×	×	○	×	△	△↑	×	×	○	×	○↑
K	6月	○	△	×	○	△	△	×	△	○	○	△	○
	11月	○	○↑	×	○	△	○↑	×	△	△↓	○	△	△↓
L	6月	○	×	○	×	×	△	×	△	△	○	△	○
	11月	○	○↑	○	○↑	△↑	○↑	×	×↓	△	○	×↓	△↓
M	6月	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	△
	11月	△↓	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○↑
N	6月	△	×	△	×	×	×	×	○	○	○	○	○
	11月	△	×	○↑	○↑	△↑	△↑	×	○	○	○	○	○
O	6月	○	○	○	○	○	○	×	△	△	○	△	○
	11月	○	○	○	○	○	○	×	△	△	○	△	△↓
P	6月	○	○	○	×	×	△	△	×	×	○	×	△
	11月	○	○	○	○↑	×	△	○↑	△↑	×	○	△↑	○↑
Q	6月	○	○	○	○	△	○	×	△	△	○	△	○
	11月	○	○	○	○	△	○	×	×↓	×↓	○	×↓	×↓
○:青信号 △:黄尊号 ×:赤信号													
:6月に比べ、11月に変化がみられた項目 ↑:改善 ↓:悪化													

図 15 BDHQ の赤黄青信号の結果 <2013, 2014 年度被験者 10 名>

※: 脂肪と脂質の欄は重複して記載

図 15 は、被験者 10 名の開始時と修了時の赤黄青信号について、個人別にまとめたものである。被験者個人個人によって、開始時の食習慣がかなり異なることがわかった。修了時の欄には開始時と比べて改善した場合を↑、悪化した場合を

↓で示したところ、改善状況にも個人差が認められ、被験者 N, P は改善項目が多く、H, K, L は不足が気になる栄養素には増加を見たが、摂り過ぎが気になる項目で改善が見られなかった。表 7 の結果と総合し、食習慣の改善では不足しがちな

栄養素の摂取量を増やすことは比較的容易であるが、摂りすぎている栄養素（食塩、脂質）の摂取量を減らすことはかなり難しいと考えられた。今回は栄養指導に当たり食事バランスガイドのコマの傾きを意識して副菜を追加することを指導したが、これはカルシウム、鉄、食物繊維やカリウムの摂取量増加につながったのではないかと考えられる。今回の被験者数では、食塩摂取量と血圧の変化、飽和脂肪酸量と LDL コレステロールの変化、脂質エネルギー比率と体脂肪量の変化などに顕著な関連を見出すには至らなかったが、これらの摂取量過剰については、今後体験学習などの手法を取り入れて、被験者の食習慣改善に対する意欲をさらに高めるべく指導を強化する余地があると考えられる。2015 年度からスタートする食事摂取基準 2015^{2,1)} では、エネルギー摂取量の指導に当たっては体重の変化を見ながら行うことや、BMI25.0 を超えないことの重要性が明確に示され、脂肪に関しては飽和脂肪酸の摂り過ぎに一層配慮をすること、食塩については摂取量をさらに減らすことなどが提言されている。今後、本トレーニングの栄養指導の介入においては、それらの重点項目を強く意識した指導が必要である。

IV. 要約

この研究の目的は、6 か月間の運動と栄養指導介入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 6 名、女子 11 名の合計

17 名で、平均年齢が 57.7 ± 8.4 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 17.2% から 34.8% の範囲 ($23.0 \pm 5.2\%$) にあり軽度肥満と判定される男子 1 名、女子 4 名を含み、腹囲は男子 5 名がメタボリックシンドローム判定基準値の 85 cm を超え、女子は全員基準値の 90 cm 以内に属していた。トレーニング期間には栄養摂取状況調査に基づき、個別面談による栄養指導の機会を数回設けた。その結果は以下の通りである。

1. 運動による「トレーニング効果」により内臓脂肪を減少させ、高血圧、脂質代謝異常をコントロールできることが証明された。

2. 6 か月間の運動と栄養介入は身体組成に大きな影響を及ぼし、特に腹囲の減少が著しく平均 5.3 cm (-6.35%) 低下する効果が認められた。トレーニング開始期に脂肪が多く付着する部位ほどその減少効果（増減率）が高く認められ、メタボリックシンドロームの予防や改善に効果が期待できることを示唆する結果となった。

3. 有酸素性運動能力は、同年代の全国平均値に比ベトレニング開始期に劣っていたが、ウォーキングと栄養介入により6か月後にはその値に近似する増加が認められ、改善・向上させる効果が認められた。また、椅子の立ち上がり動作時間が短縮され、半年間のウォーキングを継続するライフスタイルは足腰を強化するロコモティブシンドローム対策にもなりうる可能性を示唆した。

4. 栄養指導の介入ではカルシウム、ビタミンC、食物繊維、カリウムなど不足しがちが栄養素の摂取量を増す効果がみられた。一方、過剰の栄養素の摂取量減少に向けた食習慣の改善は難しく、食塩、脂質の減少効果には個人差が認められ、今後の栄養指導の方法に対する示唆を得ることができた。

(おおきた さちこ

人間社会学部スポーツ健康学科教授、
よしわか まゆみ

人間社会学部スポーツ健康学科教授、
こだま こうせい

人間社会学部スポーツ健康学科教授)

文献

- 1) 厚生労働省ホームページ、e-情報ヘルスネット メタボリック症候群が気になる方のための健康情報サイト <http://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/metabolic-summaries/m-01> (2015.1.30 取得)
- 2) 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.
- 3) 厚生労働省ホームページ 2014.12.9
平成25年国民健康・栄養調査結果
<http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/000067890.html> (2015.1.1 取得)
- 4) 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.
- 5) 厚生労働省 (2013.3.18) 「健康づくりのための身体活動基準 2013」及び「健康づくりのための身体活動指針(アクティブガイド)」について
- 6) 児玉公正、大喜多祥子、吉川眞由美：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、大阪大谷大学スポーツ健康学会誌創刊号、45-62、2013.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) DHQ サポートセンター
<http://www.ebnjapan.org/>、
<http://www.ebnjapan.org/developer/developer.html>
- 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>
- 12) Farrell, S.W., et al.: Prevalence

- of the metabolic syndrome across cardiorespiratory fitness levels in women. *Obes Res.* 12:824-830, 2004.
- 13) Katzmarzyk, P.T., et al.:
Cardiorespiratory fitness attenuates the effects of the metabolic syndrome on all-cause and cardiovascular disease mortality in men. *Arch Intern Med*, 164:1092-1097, 2004.
- 14) 藤岡滋典ほか:肥満研究、8(2)、70、2002.
- 15) Ornish.D. , et al.: Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? The Lifestyle Heart Trial. *Lancet*, 336:129-133, 1990.
- 16) Sawada, S.S., et al.
:Cardiorespiratory fitness and the incidence of type 2 diabetes:
prospective study of Japanese men. *Diabetes Care*. 26: 2918-2922, 2003.
- 17) 福永哲夫、金久博昭:日本人の体組成、朝倉書店、1990.
- 18) 文部科学省:平成25年度体力・運動能力調査結果統計表、2014.
- 19) 加賀谷淳子:女性の健康とスポーツ、*体育科学*、19:221-227、1991.
- 20) 日本栄養改善学会監修:食事調査マニュアル改訂第2版、38-41、南山堂、2008.
- 21) 厚生労働省:日本人の食事摂取基準2015:
<http://www.mhlw.go.jp/stf/shingi/000041824.html>

以上