

介護予防運動教室参加者の身体機能および肥満 関連因子の短期的、および長期的推移

河村 孝幸¹・石田 篤子²・藤田 和樹¹・鈴木 玲子¹
齋藤 昌宏¹・上月 正博²

I はじめに

介護保険制度がスタートした平成12年度以来、要介護認定を受ける高齢者は毎年増加する傾向にあり、特に、要支援や要介護1といった軽度機能低下者が大幅に増加し、認定者の約半数を占めている¹⁾。軽度要介護(支援)者では、転倒、骨折、関節疾患などにより徐々に生活機能が低下していく廃用症候群の状態にある者や、その可能性の高い者が多いのが特徴である。このような要介護状態に陥る高齢者に共通の特徴としての骨格筋に対する脂肪の相対的増加²⁾を呈しており、絶対量としての脂肪蓄積はADLの低下³⁾に加え、動脈硬化性疾患リスクを高める要因^{4,5)}となることが示唆されている。

近年、虚弱高齢者を対象として身体機能の改善や日常生活動作の円滑化を目的とした介護予防運動教室の身体機能に対する有効性が明らかになっている^{6,7)}。日常生活における活動性の向上は脂肪蓄積を抑制し、動脈硬化性疾患リスクを低下させることが中年期において報告されているが、生活機能に障害をきたしている高齢者では、短期間の運動介入による運動器の機能向上が図られた結果として、心血管事故の発生を減少させるか否かについては明らかではない。脂肪組織から産生される生理活性物質がインスリン感受性や糖・脂質代謝、血圧の調節などに重要な役割を果たしていることが示唆されている⁸⁾。中でもアディポネクチンは脂肪組織で産生、分泌されるにもかかわらず、肥満、糖尿病や冠動脈疾患患者では低下しており⁹⁾、血中アディポネクチン濃度とBMI、体脂肪率に負の相関があることが中年肥満者や2型糖尿病患者において報告されている¹⁰⁾。また、アディポネクチンは直接血管壁に働きかけ、抗動脈硬化作用に関連する¹¹⁾ことも示唆されており、低アディポネクチン血症がメタボリックシンドロームの発症に深くかかわっている可能性が考えられている。アディポネクチンが慢性的な運動実施によって影響を受けるかについての検討は、若年～中年を対象として有酸素運動を用いた研究¹²⁻¹⁵⁾が中心で、運動実施により血中アディポネクチン濃度は影響を受けない^{12-14),16)}、あるいは増加させる^{17,18)}と意見が一致していない。現在のところ、高齢者でかつ日常生活動作に障害が出始めている者に対する運動介入に

¹ 予防福祉健康増進センター

² 東北大学大学院医学系研究科機能医科学講座内部障害学分野

より、腹腔内脂肪や肥満に関連する内分泌代謝因子の動態について注目している研究は少ない。

そこで本研究では、介護予防を旨とした運動教室に参加する高齢者の身体機能を介入前後、及び介入終了3ヶ月後に調査をすると共に、糖・脂質代謝ならびに腹腔内脂肪に関連する諸因子への影響を検討した。

II 研究方法

1. 対象者

対象者は仙台市と東北福祉大学予防福祉健康増進センターが平成16年7月から共同開催した介護予防筋力トレーニング事業「健脚骨太教室」に参加した35名であった。全対象者には事前に健康状態、生活機能、介護認定申請状況を質問紙にて把握し、個人面談にて記載事項を確認した。運動参加除外基準として、以下のように参加可否を判断した：(1) 最近6ヶ月以内に心臓発作、脳卒中発作を起こした者、(2) 糖尿病があり、a. 過去に低血糖発作を起こしたことがある者、b. 空腹時血糖が200 mg/dl以上である者、c. 網膜症、腎症などを合併している者、(3) 収縮期血圧が180 mmHg以上、または拡張期血圧が110 mmHg以上である者、(4) 急性の肝機能障害、または慢性のウイルス性肝炎の活動期である者、(5) アルツハイマー病や脳血管疾患などで認知症があり、日常生活に支障をきたしている者、(6) 何らかの心臓病がある者、(7) 急性の整形外科的疼痛、および神経症状がある者、(8) 骨粗鬆症で圧迫骨折を起こしたことがある者、とし(1)～(5)を絶対的除外基準、(6)～(8)を相対的除外基準としてかかりつけ医の判断により運動参加を決定した。本人には本研究の目的および測定内容を説明の上、参加同意の旨を書面で得た。

2. 運動介入方法

運動前後には毎回、自己記入式の体調確認と血圧、体重測定を行い、運動禁忌事項に該当しないことを確認した上で運動を開始した。集団型運動教室(T1-T2間)は1回あたり90分、週2回の頻度で12週間、全24回実施した。1グループ8～10名の参加者に対して2～3名の健康運動指導士、または健康運動実践指導者で教室を運営した。T1、T2時には理学療法士により、個別に疼痛、アライメント、可動域、協調性、安定性などの評価が行われ、総合的な評価結果に基づいた個別運動メニューを作成した。全体の運動プログラムは大淵ら¹⁹⁾によって実践されている包括的高齢者運動トレーニング、および藤田らが実施した転倒予防運動プログラム⁶⁾を参考にして行った。表1に示すように個人の体力や身体状態に合わせてトレーニング強度や運動内容を段階的に変更した。12週間の運動教室終了後は施設を開放し、修了者が自主活動できる環境を整備した(図1)。

表1 運動プログラムの内容 (T1-T2間)

	第1期 (導入期)	第2期 (筋力増強期)	第3期 (機能的向上期)
目的	筋・靭帯などの組織の代謝を向上させ、弾性を増す、トレーニングの基礎的技能を習得する	筋力強化の原則に則り、1RMの60%の負荷で1セット10回、2セットを目標に行なう	筋力強化を継続し、獲得された能力を日常生活でスムーズに発揮できる能力を身につける
期間	8回	8回	8回
1. 準備運動 15~20分			
アイズプレーキング			
ストレッチング	座位	座位	座位
骨盤・腹筋運動	座位	座位	座位
2. マシントレーニング 40分~50分			
レッグプレス	40% 強度 10~20回×1	60% 強度 10回×1~2	60% 強度 10回×2
ローイング			
ヒップアブダクション			
スクワット			
3. 機能的トレーニング 10~15分			
静的バランス	平面上 (支持基底面 大→小) ~不安定面上		
動的バランス	平面上 (大→小) ~不安定面上		
移動バランス	踏み出し→歩行, 前・後・横歩き→+段差・不安定面上での歩行		
4. 体幹部トレーニング 5分			
体幹安定性	座位	座位 (不安定面上)	座位/床
骨盤運動		待機中に自主トレ	待機中に自主トレ
5. 整理運動 10~15分			
	座位	座位/床	座位/床

3. 測定方法

体力測定、および医学的検査は運動教室参加時(T1)、終了時(T2)、および終了3ヶ月後(T2)に実施した。体力評価項目として形態測定(身長、体重、Body Mass Index: BMI)、握力、膝伸展筋力(90度膝屈曲位における等尺性筋力)を体重で除した相対値(weight-bearing index: WBI)、開眼片足立ち(SLS)、片腕ファンクショナルリーチ(SFR)、長座位体前屈(SR)、10m最大歩行時間(10mwalk)、タイム・アップ・アンド・ゴーテスト(TUGT)で構成した。CT画像はGE社製のX線CT撮影機を用い、仰臥位にて腰椎L4-L5間の椎体レベルを基準位置として撮影した(図2)。筋肉、および脂肪の横断面積はJensenら²⁰⁾の方法を用いて算出した。日常生活活動量の計測には加速度歩数計(ライフコーダーEX, スズケン)を用い、T1、T2、T3の各時点で覚醒時に1週間装着するよう参加者に対して求めた。



図1 運動の様子

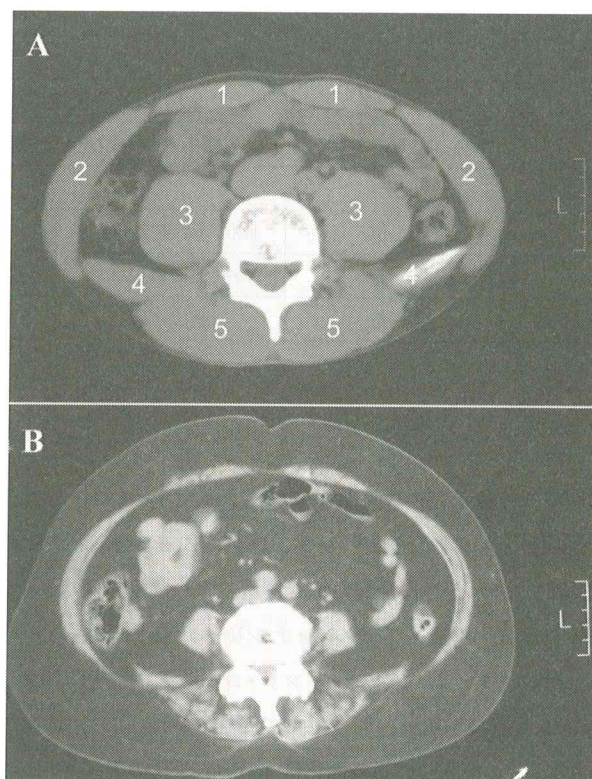


図2 腹部断面画像 (CT)

L4-L5 レベルの腹部断層画像 (A: 32 歳男性, B: 70 歳女性)。

1. 腹直筋, 2. 外・内腹斜筋+腹横筋, 3. 大腰筋, 4. 腰方形筋, 5. 脊柱起立筋。

4. 血液検査項目

血液生化学評価のため、一晩絶食の後、予防福祉クリニックに来館し AM 9:00~AM 10:30 に採血を行った。検査項目としては、総コレステロール(TC)、中性脂肪(TG)、LDL コレステロール (LDL-C)、HDL コレステロール (HDL-C)、インスリン (IRI)、グルコース (GLU)、ヘモグロビン A1c(HbA1c)、アディポネクチンを分析した。インスリン抵抗性の指標である HOMA-IR (homeostasis model assessment of insulin resistance) は空腹時 GLU [mg/dl]×空腹時 IRI [μ U/ml]÷405 の式に代入して算出した。

5. 解析方法

結果に示した数値は平均値±標準偏差で表した。運動介入前後、および介入後3ヶ月後の各測定項目の比較には対応のある一元配置分散分析を行った。有意差が認められた場合に、Bonferroni 法による post hoc test を行った。統計解析には SPSS software (version 11.5, SPSS, Inc., Chicago, IL) を使用し、有意水準は 5% 未満とした。

III 結 果

1. 対象者の特徴 (表 2 参照)

平均年齢は 72.4 歳であり、最高齢は 90 歳(女性)であった。参加者 33 名のうち男女各 7 名、計 14 名が BMI=25 以上であった一方で、BMI=18.5 未満の者はいなかった。内臓脂肪面積は男性 12 名 (75%)、女性 9 名 (52%)、計 21 名 (63%) が 100 cm² を越える内臓脂肪型肥満に該当した。疾患状況は、男性で脳血管疾患、女性では腰背部、膝・股関節に整形外科的疾患を有する者が有意に多かった。また、介護保険の認定を受けている者は約 4 割を占めていた。

2. 対象者の参加状況

T2 までの集団型運動プログラムを修了したのは 35 名中 33 名であった。2 名が以下の理由で運動継続が困難となった。1 名は交通事故による入院、もう 1 名は、第 22 回の運動教室開始前に行った体調確認時に狭心症状を訴え、冠動脈造影の結果、不安定狭心症と診断され緊急治療を要した、というのが理由であった。なお、脱落者を除いた 33 名の T1-T2 間の教室参加率は 92.7% であった。T2-T3 間の参加は自由であったが 33 名中 28 名 (85%) が自主運動期間に運動参加した。28 名の平均参加回数は 9.6±3.2 回であった。

3. 体力測定結果 (全体: 表 3, 男女別: 図 3)

全体として 3ヶ月間のトレーニング実施により測定した握力以外の体力測定項目において有意

表2 健脚骨太教室参加者の身体的・臨床的特徴

	男性 (n=16)		女性 (n=17)		全体 (n=33)		男女の有意差
	平均	SD	平均	SD	平均	SD	
年齢	70.6	7.2	74.1	6.2	72.4	6.9	NS
身長 (cm)	163.1	5.6	149.1	6.5	155.9	9.3	NS
体重 (kg)	65.4	7.9	56.1	10.1	60.6	10.1	$p < 0.05$
BMI (kg/m ²)	24.6	2.3	25.2	4.2	24.9	4.2	NS
VFA (cm ²)	132.6	58.9	102.7	53.5	120.7	50.7	NS
疾患, 介護認定	n	%	N	%	N	%	
高血圧	6	37.5	12	70.6	18	54.5	NS
糖尿病	4	25.0	3	17.6	7	21.2	NS
高脂血症	7	43.8	10	58.8	17	51.5	NS
脳血管疾患	7	43.8	1	5.9	8	24.2	$P < 0.05$
心臓疾患	3	18.8	7	41.2	10	30.3	NS
整形外科的疾患	4	25.0	13	76.5	17	51.5	$P < 0.01$
要支援	0	—	6	35.1	6	23.0	—
要介護1	4	25.0	3	17.6	7	21.2	NS

統計は non-paired t-test, またはカイ 2 乗検定による。NS: 統計的有意差なし。
BMI: body mass index (体格指数), VFA: visceral fat area (内臓脂肪面積)。

表3 体力測定の結果 (n=33)

	T1	T2	T3	有意差
握力 (kg)	24.5 ± 7.0	25.5 ± 7.6	25.6 ± 6.8	
WBI (%)	52.5 ± 20.9	62.8 ± 22.7	57.3 ± 19.4	**T1 < T2, *T2 > T3
SLS (sec)	21.1 ± 16.1	34.8 ± 26.1	27.9 ± 24.2	**T1 < T2
SR (cm)	28.3 ± 9.4	33.8 ± 7.9	33.9 ± 8.8	**T1 < T2, *T1 < T3
SFR (cm)	32.3 ± 5.8	38.0 ± 6.4	35.9 ± 6.7	**T1 < T2, **T1 < T3
10 mwalk (sec)	7.9 ± 4.3	5.7 ± 3.6	6.0 ± 3.2	**T1 > T2, **T1 > T3
TUGT (sec)	9.3 ± 4.3	7.2 ± 3.4	7.6 ± 3.3	**T1 > T2, **T1 > T3

数値は平均±標準偏差で表記。* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$

WBI: 体重支持指数 (膝伸展筋力 kg を体重 kg で除した値), SLS: 開眼片脚立ち, SR: 長座体前屈, SFR: 片腕ファンクショナルリーチ, 10 mwalk: 10 m 最大歩行時間, TUGT: タイムアップアンドゴーデスト (最大歩行)。

な改善が見られた。柔軟性 (SR), バランス機能 (SFR), および移動機能 (10 mwalk, TUGT) の値は T3 においても T1 に比べ有意に高い水準に保たれていた。性別に分類して分析を行った結果, 男女共に運動機能の有意な改善が認められた項目は 10 m 歩行時間と TUGT であった。男性においては, 膝伸展筋力, バランス機能 (SFR, SLS) の項目に有意な改善がみられ, 女性では柔軟性 (SR) の項目で改善が見られた。T3 時点では, 男性においては SFR, 10 mwalk, TUGT, 女性では 10 mwalk, TUGT の値が T1 時の値に比べて有意に高い水準で維持されていた。一方, T3 時の膝伸展筋力は男性で T2 時の値に比較して有意に低下していた。しかしながら, 全ての体

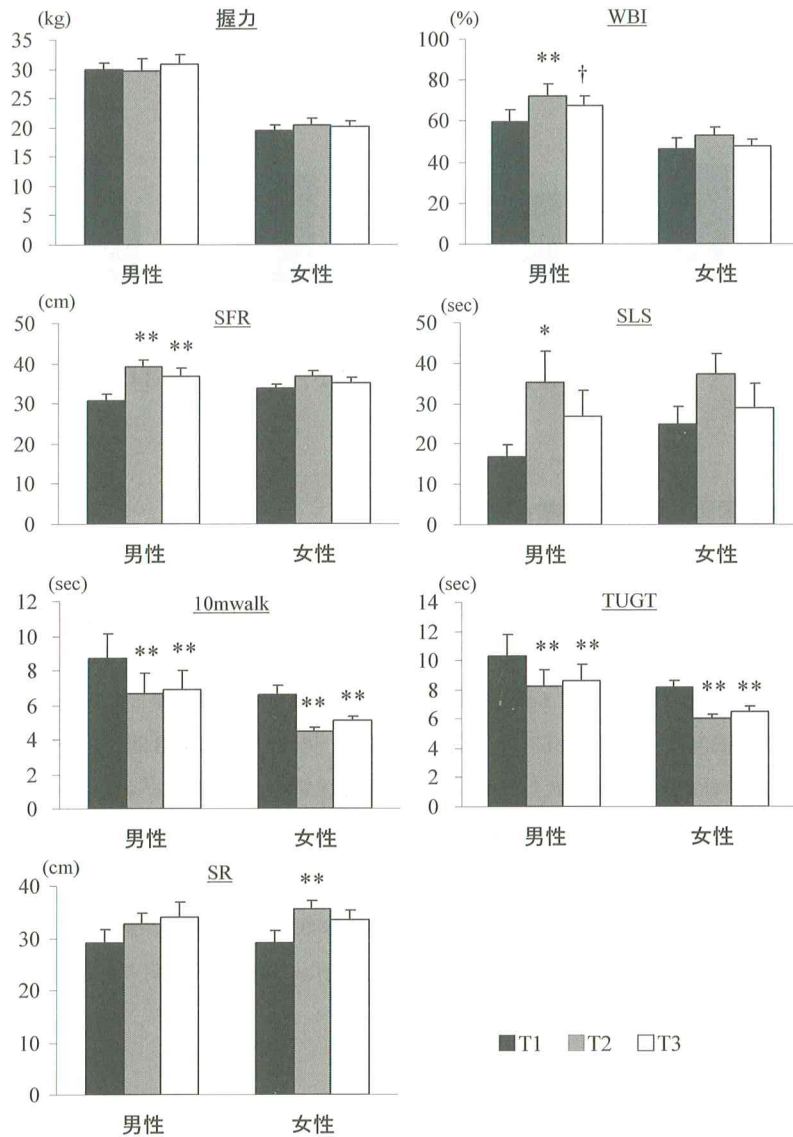


図3 体力指標の推移（男女別）
 グラフは平均±標準誤差で表記。 * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs. T1; † $p < 0.05$ vs. T2.

力測定項目において、T3の体力評価値はT1時の値を有意に下回ることにはなかった。

4. 日常身体活動量（図4）

男女共に1日の歩数、および中・高強度のエネルギー消費量は、T1時に比べT2で有意に増加し、T3時においても有意に高く維持されていた。

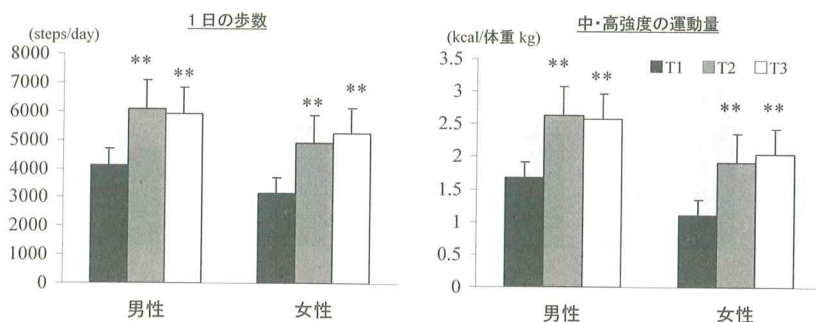


図4 日常身体活動量の推移
グラフは平均±標準誤差で表記。 ** $p < 0.01$ vs. T1

5. 腹部CT画像, 血液生化学検査結果

図5に示すとおり, VFAはT1-T2間では男女共に有意な変化は見られなかったが, 男性でT1-T3間で有意に減少していた。SFAは男女共に変化が見られなかった。大腰筋面積は男性でT1-T2間で有意な変化が見られたのに対して, 女性ではT1時に比べT2, T3時の面積が有意に大きかった。糖・脂質代謝に関する諸指標には有意な変化が認められなかったが(表4), 血中アディポネクチン濃度はT1, T2, T3の各区間で増加し, 男性ではT1-T3間で, 女性ではT1-T3間, T2-T3間で有意差が認められた(図6)。T1時点のVFAと血中アディポネクチン濃度の間には $r = -0.60$ と負の相関を示し, HDL-Cと血中アディポネクチン濃度の間には正の相関関係($r = 0.52$)が認められた(図7)。BMI, 年齢を制御変数として偏相関を求めた結果においても, VFA, およびHDL-Cと血中アディポネクチン濃度には有意な相関関係が認められた。しかしながら各区間のアディポネクチン濃度の変化と各指標の変化には統計的に明らかな関連性はみられなかった。

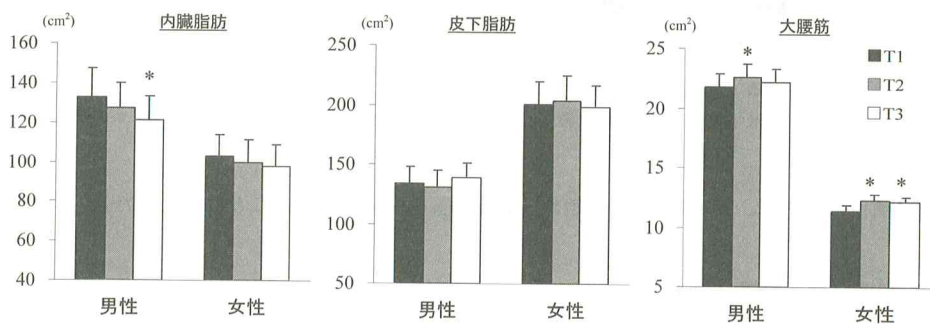


図5 腹部脂肪, および大腰筋面積の推移
グラフは平均±標準誤差で表記。 * $p < 0.05$ vs. T1

表4 糖・脂質代謝指標の推移 (n=33)

		T1		T2		T3	
		平均	SD	平均	SD	平均	SD
GLU (mg/ml)	男性	110.2 ± 19.4		111.1 ± 23.1		110.1 ± 13.9	
	女性	115.1 ± 28.8		113.4 ± 35.1		112.5 ± 33.8	
IRI (μU/ml)	男性	6.29 ± 3.50		5.58 ± 2.46		6.69 ± 2.36	
	女性	6.28 ± 2.85		5.02 ± 2.02		4.93 ± 1.48	
HOMA-IR	男性	1.73 ± 1.11		1.50 ± 0.66		1.84 ± 0.75	
	女性	1.87 ± 1.22		1.45 ± 0.80		1.38 ± 0.66	
HbA1c (%)	男性	5.7 ± 1.2		5.7 ± 1.2		5.5 ± 0.9	
	女性	5.5 ± 0.9		5.5 ± 0.9		5.4 ± 0.9	
TC (mg/ml)	男性	192.1 ± 25.7		193.0 ± 28.8		200.4 ± 25.9	
	女性	228.1 ± 31.8		223.6 ± 32.2		225.7 ± 37.5	
HDL (mg/ml)	男性	56.1 ± 12.7		58.9 ± 14.0		58.7 ± 15.7	
	女性	69.1 ± 22.0		70.2 ± 21.1		67.0 ± 14.7	
LDL (mg/ml)	男性	113.9 ± 21.0		113.8 ± 23.8		117.6 ± 21.9	
	女性	135.5 ± 30.7		130.4 ± 33.5		133.1 ± 35.1	
LDL-C/HDL-C	男性	2.15 ± 0.65		2.05 ± 0.67		2.15 ± 0.71	
	女性	2.16 ± 0.82		2.02 ± 0.73		2.11 ± 0.83	
TG (mg/ml)	男性	101.0 ± 35.4		108.0 ± 38.7		118.9 ± 51.3	
	女性	104.1 ± 48.2		106.6 ± 43.0		107.9 ± 52.0	

数値は平均±標準偏差で表記。

GLU: グルコース, IRI: インスリン, HOMA-IR: homeostasis model assessment of insulin resistance (インスリン抵抗性の指標), HbA1c: ヘモグロビン A1c, TC: 総コレステロール, HDL-C: HDL コレステロール, LDL-C: LDL コレステロール, TG: 中性脂肪。

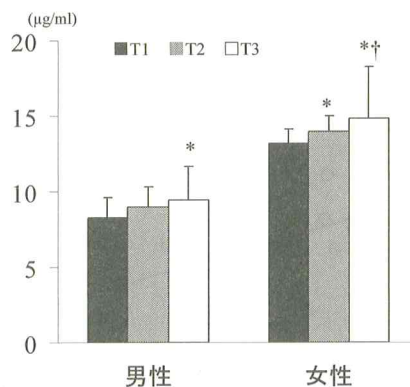


図6 血中アディポネクチン濃度の推移
 グラフは平均±標準偏差で表記。 **p* < 0.05 vs. T1; †*p* < 0.05 vs. T2.

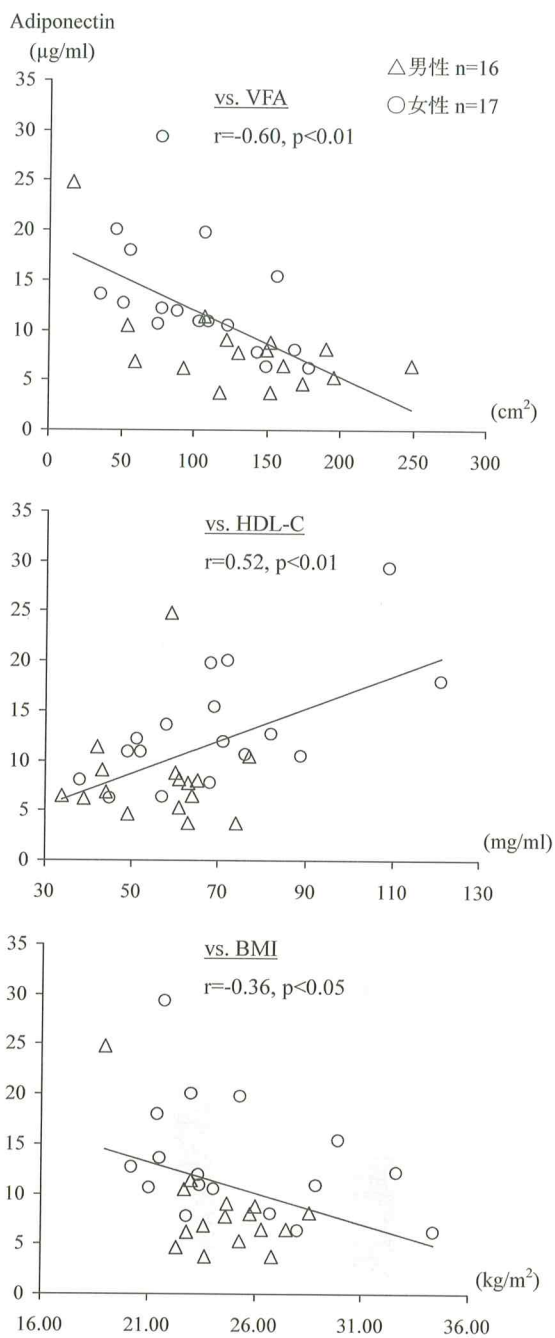


図7 血中アディポネクチン濃度とVFA, HDL-C, BMIとの相関関係 (T1時)

IV 考 察

本研究では、介護予防を目的に仙台市と共同開催した介護予防運動教室参加者の介入後、及び3ヶ月間の自主活動後における運動機能の推移と、糖・脂質代謝、肥満に関連する内分泌代謝因子への影響について検討を行った。

高齢者が自立した生活を送るうえで、運動器の機能維持、改善を図ることは重要であるものの、高齢者の帰属意識や新規の行動を避ける傾向のために、運動を実施させ、それを継続させることは簡単なことではない。衣笠ら²¹⁾は、老研式活動能力指標の未満点者のうち80歳以下で運動を希望した者に対して6ヶ月間、週2回の頻度で座位、または立位で行うエアロビクスとダンベル運動を用いた運動教室3ヶ月目では筋力、柔軟性、平衡機能などの体力測定の際のいずれの項目においても開始時と比べて有意な変化は認められなかったと報告している。70歳以上の活動性の低い高齢者を対象とした研究²²⁾では筋力トレーニングの運動強度を低強度群(55%)と高強度群(80%)で4ヶ月の運動効果と4, 8, 12ヶ月間の運動中止の影響を比較したところ、低強度群に比べて高強度群では運動機能の大幅な改善がみられ、歩行速度やTUGTの移動能力が12ヶ月を経た時点でも維持されていたと報告されている。一方、本研究とほぼ同様の運動プログラムを実施している研究⁷⁾では3ヶ月間の包括的高齢者運動トレーニングによって、SLS, SFR, 10 mwalk, TUGTの値が有意に改善していることを報告している。本研究の結果でも、3ヶ月間の集団型運動教室前後では全体として握力を除く全ての項目で改善がみられたことから、本研究で用いた運動プログラムの運動機能改善に対する有効性が示された。また、低体力高齢者を対象にした運動教室の介入後の身体機能を追跡している研究²¹⁾では、6ヶ月間の運動教室が終了した3ヶ月後には400m歩行時間の改善効果が消失していた。このことは、低体力者に対する運動実施による身体機能の効果を維持させることの難しさを示している。一方、稲葉ら⁷⁾は3ヶ月間の運動介入後も週1回以上筋力トレーニング機器を使用した運動を継続した者とそれ以外の非継続者の体力推移を比較しているが、SFRのみ継続効果があったことを報告しており、1年後の時点でも3ヶ月間にわたる介入後の継続的なマシントレーニングの実施如何にかかわらず、概ね介入効果が維持されていることを報告している。本研究においても身体機能面では参加者全体としてT3時点においてもT1の水準より高く維持されていた。その要因として、介入後も引き続き週に2日、運動を継続できる機会を設けたこと、そして体力諸機能の改善が寄与したことによる、日常身体活動量、活動強度の増加が関与していると考えられる。

男女共に高齢者ではBMIの増加と日常生活能力の低下度との関連性が指摘されている³⁾が、高齢期になると体重に占める脂肪量が多い肥満に加え、骨格筋の萎縮が伴うsarcopenic obesity「筋肉減少型肥満」という定義が提唱されている²⁾。Baumgartner²⁾らは、身体に何ら障害を持たない筋肉減少型肥満者が他の筋肉減少のみ、あるいは非筋肉減少型肥満者に比べ、手段的日常生活動作が7年間で2.5倍の頻度で低下が起ることを報告している。また、減量を目的として肥満高齢

者を対象とした研究では行動療法と運動療法を組み合わせた介入により、体脂肪の減少と身体機能の改善も得られている²³⁾。本研究でも BMI が 25 以上の者が 42%、VFA が 100 cm² 以上の者が 6 割を超えており、筋機能の低下と脂肪組織の増加が相俟って身体不活動、運動機能低下、冠危険因子の増悪という悪循環に陥っていることが推測される⁵⁾。

本研究では男性において VFA が T3 で有意な減少が認められたことから、短期的な介入で得られる身体機能の改善が日常生活全般の活動性や運動継続意欲の向上に結びつくことが重要であると思われる。一方、糖・脂質代謝に関連する指標には観察期間中に有意な変化が認められなかった。これは、全員がかかりつけ医に定期的に受診をしており、高脂血症治療薬 14 名、血糖降下薬 5 名、降圧薬 17 名が服用しており、医療機関での服薬管理や患者指導が十分なされていたためであろう。

脂肪組織は単にエネルギー貯蔵組織であるばかりでなく、様々な生理活性物質を分泌する内分泌臓器であり、内臓脂肪蓄積時にはそれら生理活性物質の分泌異常を惹起し、いわゆる「メタボリックシンドローム」を引き起こしているのではないかと推測されている²⁴⁾。脂肪組織で産生されるにもかかわらず、分泌タンパクの 1 つであるアディポネクチンは内臓脂肪蓄積によって減少し、減量によって増加することが明らかになっている²⁵⁾。さらに肥満度が同じでも冠動脈疾患患者や 2 型糖尿病患者で血中アディポネクチン濃度が低下している²⁶⁾ ことが報告されていることから、メタボリック症候群の一翼を担っている可能性が指摘されている²⁴⁾。アディポネクチンに対する運動の影響については多数報告されているが、高齢者に対して運動様式として筋力トレーニングを用いている研究は少ない。Fatouros ら¹⁷⁾ は、運動を定期的実施していない高齢男性 (65-78 歳) を対象として強度の異なる筋力トレーニング実施がアディポネクチン濃度に及ぼす影響について検討をしている。運動強度は一回最大努力下重量 (1 RM) の 45-50% (Low 群)、60-65% (Mid 群)、80-85% (High 群) の 3 群に分け、24 週間の運動実施後、さらに終了した 24 週間後のダイエットトレーニングの効果も調べているが、24 週間の運動実施でアディポネクチン濃度が上昇したのは Mid 群 (7.79 → 9.48 μg/ml)、High 群 (7.04 → 11.36 μg/ml) であり、さらに 24 週間の運動休止後でも 48 週前の値より高かったのは High 群のみであった事を報告している。本研究では 1ヶ月のトレーニング経過後、スクワットに関しては 1 RM を測定した上で筋力向上を目指した 60% の運動強度を設定した。よって、本研究で T1-T2 間で見られたアディポネクチン値の上昇 (10.7 → 11.5 μg/ml) は、Fatouros¹⁷⁾ らの報告と一致している。端野・壮瞥町の地域住民検診を受けた 70 歳以上の一般地域住民における血中アディポネクチン濃度は 8.44 ± 4.66 μg/ml で、70 歳未満の値 (5.69 ± 2.66 μg/ml) と比較して有意に高かったことが報告されており²⁷⁾、本研究 6ヶ月間の観察期間での増加は、対照群を設けなかったため加齢の影響も否定できない。しかしながら、磯部ら²⁷⁾ は、調査対象となった 70 歳以上の高齢者では、冠動脈危険因子の集積数が有意に少なかったことから、低アディポネクチン血症の高齢者が脳・心血管疾患等で既に除外されている可能性があり、アディポネクチン値が高く保たれていることは心血管イベントの回避に繋がっていることが考え

られる。ただし、血中アディポネクチン濃度は、腎機能²⁸⁾や性ホルモンなど様々な要因の影響を受けることが報告されており、更なる検討が必要であると思われる。

V 結 語

生活機能が低下している高齢者においても3ヶ月間の包括的運動トレーニングによって運動機能の向上のみならず、動脈硬化の進展に関わるとされる腹腔内脂肪やアディポカインの分泌活性にも影響を及ぼすことが確認された。また、短期集中的な介入後も運動継続が可能な環境整備や生活機能の活発化によって一部の運動効果は延長することが示された。従って、運動機能の低下を来たしており、かつ動脈硬化性疾患を有する高齢者に対しても、安全面に配慮しながら積極的、継続的に運動参加を支援する必要があると考えられる。

謝 辞

本研究を行うにあたり、ご協力いただいた運動教室参加者の皆様をはじめ、予防福祉健康増進センターの職員、本学ボランティア学生、仙台市高齢企画課の職員の方々、東北大学大学院医学系研究科内部障害学分野の皆様にも厚く御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 厚生労働省 (<http://www.mhlw.go.jp/>): 平成17年度介護給付費実態調査結果の概況(平成17年5月審査分~平成18年4月審査分) 2006年
- 2) Baumgartner RN, Wayne SJ, Waters DL, et al.: Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes Res.* 12: 1995-2004, 2004
- 3) Blaum CS, Xue QL, Michelon E, et al.: The association between obesity and the frailty syndrome in older women: the women's health and aging studies *J Am Geriatr Soc.* 53: 927-934, 2005
- 4) Wannamethee SG, Shaperl AG, Whincup PH, et al.: Overweight and obesity and the burden of disease and disability in elderly men. *Int J Obes.* 28: 1374-1382, 2004
- 5) Nair KS.: Aging muscle. *Am J Clin Nutr.* 81: 953-963, 2005
- 6) 藤田和樹, 永富良一: 高齢者に対する運動トレーニングの効果。臨牀栄養 104: 665-675, 2004
- 7) 稲葉康子, 大淵修一, 新井武志, 他: 包括的高齢者運動トレーニングに参加した地域在住高齢者の長期的身体機能の変化。日老医誌 43: 368-374, 2006
- 8) Yu Y-H, Ginsberg HN: Adipocyte signaling and lipid homeostasis: sequelae of insulin resistant adipose tissue. *Circ Res.* 96: 1042-1052, 2005
- 9) Kadowaki T, Yamauchi T, Kubota N, et al.: Adiponectin and adiponectin receptors in insulin resistance, diabetes, and the metabolic syndrome. *J Clin Invest.* 116: 1784-1792, 2006
- 10) Ryan AS, Berman DM, Nicklas BJ, et al.: Plasma adiponectin and leptin levels, body composition, and glucose utilization in adult women with wide ranges of age and obesity. *Diabetes Care.* 26: 2383-2388, 2003

- 11) Goldstein BJ, Scalia R.: Adiponectin: A novel adipokine linking adipocytes and vascular function. *J Clin Endocrinol Metab.* 89: 2563-2568, 2004
- 12) Boudou P, Sobngwi E, Mauvais-Jarvis F, et al.: Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. *Eur J Endocrinol.* 149: 421-424, 2003
- 13) Yokoyama H, Emoto M, Araki T, et al.: Effect of aerobic exercise on plasma adiponectin levels and insulin resistance in type 2 diabetes. *Diabetes Care.* 27: 1756-1758, 2004
- 14) Marcell TJ, McAuley KA, Traustadottir T, et al.: Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. *Metabolism.* 54: 533-541, 2005
- 15) Kondo T, Kobayashi I, Murakami M, et al.: Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocr J.* 53: 189-95, 2006
- 16) O'Leary VB, Marchetti CM, Krishnan RK, et al. Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *J Appl Physiol.* 100: 1584-1589, 2006
- 17) Fatouros IG, Tournis S, Leontsini D, et al.: Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *J Clin Endocrinol Metab.* 90: 5970-5977, 2005
- 18) Bluher M, Bullen JW Jr, Lee JH, et al.: Circulating adiponectin and expression of adiponectin receptors in human skeletal muscle: associations with metabolic parameters and insulin resistance and regulation by physical training. *J Clin Endocrinol Metab.* 91: 2310-2316, 2006
- 19) 大淵修一, 佐竹恵治: 包括的高齢者運動トレーニング CGT/comprehensive Geriatric Training。健康とよい友だち社 東京 2004年
- 20) Jensen MD, Kanaley JA, Reed JE, et al.: Measurement of abdominal and visceral fat with computed tomography and dual-energy x-ray absorptiometry. *Am J Clin Nutr.* 61: 274-278, 1995
- 21) 衣笠 隆, 芳賀脩光, 江崎和希, 他: 低体力高齢者の体力, 生活機能, 健康度に及ぼす運動介入の影響 (無作為化比較試験による場合)。日本運動生理学雑誌 12: 63-73, 2005
- 22) Fatouros IG, Kambas A, Katrabasas I, et al.: Strength training and detraining effects on muscular strength, anaerobic power, and mobility of inactive older men are intensity dependent. *Br J Sports Med.* 39: 776-80, 2005
- 23) Villareal DT, Banks M, Sinacore DR, et al.: Effect of weight loss and exercise on frailty in obese older adults. *Arch Intern Med.* 166: 860-866, 2006
- 24) 岡 芳知, 内山真一郎, 倉林正彦 (編): 生活習慣病の最前線。Molecular Medicine 42号 (臨時増刊号), 中山書店 東京 2005年
- 25) Arita Y, Kihara S, Ouchi N, et al.: Paradoxical decrease of an adipose-specific protein, adiponectin, in obesity. *Biochem Biophys Res Commun.* 257: 79-83, 1999
- 26) Ouchi N, Kihara S, Arita Y, et al.: Novel modulator for endothelial adhesion molecules adipocyte-derived plasma protein adiponectin. *Circulation.* 100: 2473-2476, 1999
- 27) 磯部 健, 齋藤重幸, 高木 覚: 高齢者におけるアディポネクチンと冠動脈危険因子との関連—端野・壮瞥町研究—。日老医誌 41: 328-333, 2004
- 28) Isobe T, Saitoh S, Takagi S, et al. Influence of gender, age and renal function on plasma adiponectin level: the Tanno and Sobetsu study. *Eur J Endocrinol.* 153: 91-98, 2006