

入院期高齢心疾患患者の最大歩行速度に関する検討

山本周平^{*1}, 松永篤彦^{*1}, 澤入豊和^{*1}, 石井 玲^{*1}, 松本卓也^{*1}, 佐藤友則^{*1}, 堀田一樹^{*1},
 神谷健太郎^{*2}, 並木優子^{*2}, 高橋由美^{*2}, 増田 卓^{*1}, 和泉 徹^{*3}

^{*1}北里大学大学院 医療系研究科, ^{*2}北里大学病院 心臓リハビリテーション室, ^{*3}北里大学医学部 循環器内科学

抄 録

【背景と目的】心疾患は日常生活動作（ADL）障害をひき起こす疾患であり，高齢であるほど歩行を中心としたADL障害の合併率が高まることが知られているが，高齢心疾患患者の歩行能力の特性を検討した報告は極めて少ない．本研究は，入院期心疾患患者の歩行能力の特性と歩行能力に影響を与える因子を，壮年群と高齢群で比較検討した．

【方 法】入院期心臓リハビリテーションを処方された34例を，壮年群（65歳未満，18例）と高齢群（65歳以上，16例）の二群に分類した．測定項目は入院期の臨床的背景因子，10m最大歩行速度（MWS），下肢筋力，静的バランス能力（片脚立位時間，総軌跡長）および動的バランス能力（姿勢安定度評価指標，functional reach test）とした．解析方法は入院期のMWSの変化ならびにMWSと臨床的背景因子，下肢筋力およびバランス能力との関連を壮年群と高齢群で比較した．

【結 果】年齢以外の臨床的背景因子において，二群間に有意な差を認めなかった．高齢群の退院時のMWSと動的バランス能力は，壮年群と比べて有意に低値を示した．また，壮年群のMWSは入院期に有意な改善を示したのに対して，高齢群では有意な変化を認めなかった．さらに，壮年群の退院時のMWSは下肢筋力のみと有意な正の相関を示したのに対して，高齢群では下肢筋力だけではなく，動的バランス能力と有意な正の相関を認めた．

【結 論】入院期高齢心疾患患者のMWSは，壮年者に比べてその改善が遅延しており，その理由として，下肢筋力に加えて動的バランス能力の低下が関与していると考えられた．〔心臓リハビリテーション（JJCR）13（2）：304-308，2008〕

Key words：虚血性心疾患，高齢者，歩行能力，バランス能力

はじめに

近年の救命救急医療技術の飛躍的な進歩と急速な人口の高齢化により，心疾患における高齢者の割合は急増している¹⁾．このため，高齢者の特性を考慮した心臓リハビリテーション（心リハ）を展開する必要性が高まっている．心疾患は日常生活動作（ADL）障害をひき起こす疾患であり，高齢であるほどADL障害の合併率が高まることが報告されている²⁾．特に，高齢心疾患患者は壮年者に比べて歩行障害が出現しやすく，80歳以上の入院期心疾患患者の歩行障害の合併率は，約3割にも及ぶことが指摘されている³⁾．このため，高齢心疾患患者の歩行能力を評価することは，入院期心リハを安全かつ効

果的に進めるうえで，さらには退院後のADL低下を予防するうえで，極めて重要と思われる．しかし，高齢心疾患患者の歩行能力の特性を検討した報告は少なく，歩行障害を合併する高齢心疾患患者に特定な心リハプログラムは，未だ開発されていないのが現状である．

そこで本研究では，入院期高齢心疾患患者の歩行能力低下に対する効果的な介入プログラムを考案する一環として，入院期心疾患患者の歩行能力の特性と，歩行能力に影響を与える因子を壮年者と高齢者で比較検討した．

方 法

1. 対 象

北里大学病院心臓血管センターに入院し，心リハを処

方された心疾患患者34例を対象とし、65歳未満の患者を壮年群（18例）、65歳以上の患者を高年齢群（16例）に分類した。なお、整形外科疾患や中枢神経系疾患を合併し入院前から歩行困難な患者、ならびに心リハ開始時点において人的介助ならびに歩行補助具を必要とする患者は対象から除外した。また、運動機能評価に先立って患者に測定の意義、リスクを説明し同意を得た。

2. 測定項目

臨床的背景因子として年齢、性別、体重、診断名、入院時の左室駆出率（LVEF）、運動療法期間（自転車エルゴメータを用いた10分以上の持続的トレーニングと筋力トレーニングを併用した運動療法の介入期間）および在院日数を診療録より調査した。

運動機能評価として、下肢筋力、バランス能力および歩行能力を測定した。

下肢筋力はhand-held dynamometer（ANIMA, μ TasMT-1）を用いて、等尺性膝伸展筋力（膝伸展筋力）を左右それぞれ3回ずつ測定し、それぞれの最大値の平均を体重で除した値（% BW）を解析値とした。

静的バランス能力の指標として、片脚立位時間（one leg standing ; OLS）と総軌跡長を採用した。OLSは開眼で行い、両手を腰に当てた片脚立位姿勢を崩すことなく保持可能な時間（sec）とした。測定は60秒を上限として、任意の足で2回測定し、その最大値を解析値とした。総軌跡長は重心動揺計（ANIMA, Gravicorder G-6100）を用いて、足底内側を平行に10cm離れた静止立位時の10秒間の動揺軌跡を解析値とした。動的バランス能力の指標として、functional reach test（FRT）と姿勢安定度評価指標（index of postural stability ; IPS）を採用した⁴⁾。FRTは肩関節90°屈曲位で保持した状態から一側のみを前方へ伸ばし、第3中手指節関節の移動距離を測定した。測定は2回行い、最高値を解析値とした。IPSは重心動揺計を使用し、 $IPS = \log[(\text{安定域面積} + \text{重心動揺面積}) / \text{重心動揺面積}]$ の式から算出した（図1）。開始肢位は足底内側を平行に10cm離れた軽度開脚立位、両上肢下垂位とした。測定方法は10秒間の静止立位を行い、次に接地面から足底を動かさない状態で身体を可能な範囲で前後左右へ動かし、各位置で10秒間の矩形面積を測定した。重心動揺面積は静止立位時および前後左右移動時の各位置における静止立位時の矩形面積を平均し算出した。安定域面積は前方および後方移動時のそれぞれの重心動揺中心の距離を前後径、右方および左方移動時のそれぞれの重心動揺中心の距離を左右径

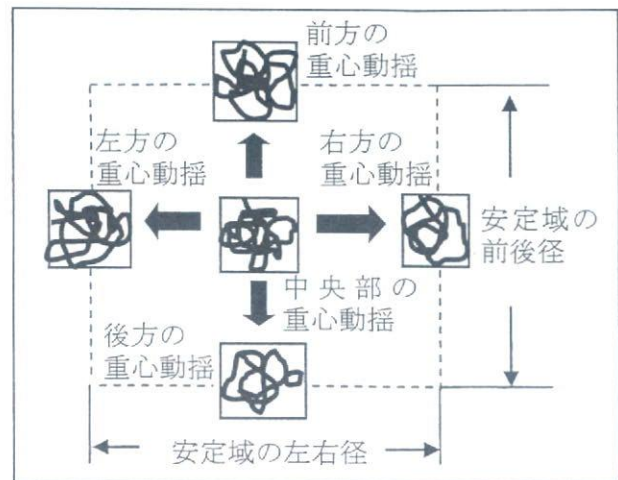


図1 姿勢安定度評価指標（IPS）の測定図

重心動揺面積 = 実線の5つの矩形面積の平均値

安定域面積 = 点線で示す矩形面積

$IPS = \log[(\text{安定域面積} + \text{重心動揺面積}) / \text{重心動揺面積}]$

とする矩形面積を算出した。

歩行能力は10m最大歩行速度（maximum walking speed ; MWS）を採用した。計測は16mの歩行路の3mと13mの地点にテープを貼り、遊脚期の足部が3mのテープを超え接地した時点から13mのテープを超え接地した時点までの10m間の歩行時間を2回測定し、最速値（m/min）を解析値とした。

3. 測定時期

MWSは病棟歩行300m開始時（病棟歩行時）と退院時の2時点で測定し、膝伸展筋力、OLS、総軌跡長、FRTおよびIPSは退院時に測定した。

4. 統計学的解析

臨床的背景因子および運動機能を壮年群と高年齢群で比較した。各項目の平均値の群間比較はunpaired-t testを用い、性別は χ^2 検定を用いて検討した。また、MWSの変化については年齢（壮年群、高年齢群）と測定時期（病棟歩行時、退院時）の2要因による分散分析を使用し、歩行能力と臨床的背景因子、膝伸展筋力およびバランス能力との関連はPearsonの積率相関係数を算出した。統計ソフトはSPSS 12.0 J for Windowsを用い、統計学的有意水準を5%未満とした。

結果

1. 臨床的背景因子

臨床的背景因子を表1に示す。高年齢群の年齢は壮年群と比べて有意に高値を示したが（ $p < 0.01$ ）、性別、診断名の内訳、LVEF、運動療法期間および在院日数にお

表1 臨床的背景因子

	壮年群	高齢群
年齢(歳)	57±80	73±60**
性別(男/女)	15/30	11/50
診断名(例)		
急性心筋梗塞	16	11
狭心性	1	1
冠動脈バイパス術後	1	4
LVEF(%)	48.3±11.7	42.7±13.0
運動療法期間(日)	10.2±6.0	12.1±10.2
在院日数(日)	22.4±8.0	27.6±12.6

mean ± SD, LVEF: 左室駆出率, **: p < 0.01 vs 壮年群

表2 退院時の運動機能

	壮年群	高齢群
膝伸展筋力(% BW)	50.7±13.6	38.0±11.1**
OLS(sec)	47.8±20.0	36.0±25.5
総軌跡長(cm)	10.6±3.0	12.7±4.60
FRT(cm)	37.0±6.2	30.7±7.80*
IPS	1.5±0.3	1.0±0.4**
MWS(m/min)	116.0±25.0	95.3±17.5**

mean ± SD, OLS: 片脚立位時間, FRT: functional reach test, IPS: 姿勢安定度評価指標, MWS: 10m 最大歩行速度, *: p < 0.05, **: p < 0.01 vs 壮年群

表3 退院時のMWSと各因子間の相関係数

	壮年群	高齢群
年齢(歳)	0.050	-0.242
LVEF(%)	0.083	0.361
運動療法期間(日)	-0.113	-0.418
在院日数(日)	-0.109	-0.499*
膝伸展筋力(% BW)	0.557*	0.553*
OLS(sec)	0.458	0.307
総軌跡長(cm)	0.229	-0.290
FRT(cm)	0.366	0.529*
IPS	0.107	0.724**

LVEF: 左室駆出率, OLS: 片脚立位時間, FRT: functional reach test, IPS: 姿勢安定度評価指標, *: p < 0.05, **: p < 0.01

いては、両群間で有意な差を認めなかった。

2. 退院時の運動機能

退院時の運動機能の結果を表2に示す。膝伸展筋力、FRT、IPSおよびMWSにおいて、高齢群は壮年群と比べて有意に低値を示した(p < 0.01, p < 0.05, p < 0.01, p < 0.01, p < 0.01)。OLSと総軌跡長においては両群で有意な差を認めなかった。

3. 退院時MWSと各測定項目との関係

退院時のMWSと他の測定因子間の相関係数を表3に示す。壮年群のMWSは膝伸展筋力と有意な正の相関を認めた(p < 0.05)。一方、高齢群のMWSは在院日数と有意な負の相関(p < 0.05)、膝伸展筋力、FRTおよびIPSと有意な正の相関を認めた(p < 0.05, p < 0.05, p < 0.01)。

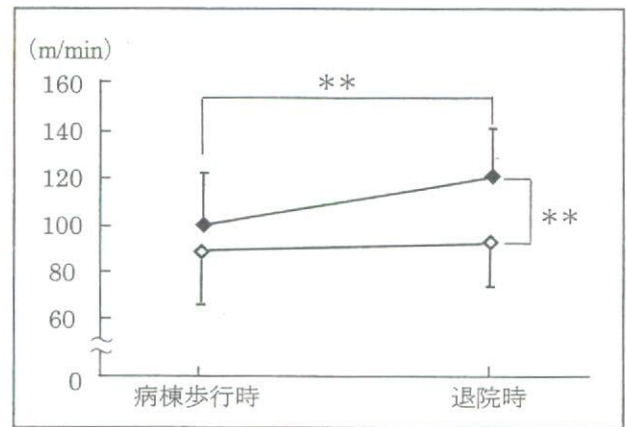


図2 MWSの経時的変化

◆: 壮年群, ◇: 高齢群, MWS: 最大歩行速度, **: p < 0.01

4. MWSの経時的変化

MWSの経時的変化を図2に示す。MWSは年齢と測定時期の間に有意な交互作用を認め(F = 5.79, p < 0.05)、壮年群のMWSは病棟歩行時から退院時にかけて有意に改善したのに対して(p < 0.01)、高齢群のMWSは病棟歩行時から退院時にかけて有意な変化を認めなかった。

考察

心疾患の既往がない地域高齢者を対象とした報告では、日常の活動量やADLの低下に歩行能力の低下が強く関与することが報告されている⁵⁾。心疾患自体がADL障害をひき起こす疾患であることから²⁾、高齢心疾患患者の入院期ならびに退院後のADL指導において、歩行能力の評価は欠かせない項目である。また、歩行能力の

低下が歩行時の心血管応答の増大につながることで、さらには、歩行能力低下に伴う活動範囲の狭小が運動耐容能の低下につながるなど、心疾患に対する疾患管理としても歩行能力低下に対する具体的なアプローチ方法を検討する必要がある。

そこで本研究では、まず入院期心疾患患者のMWSを横断的に調査した。すると、壮年群と高齢群の退院時のMWSの平均値はそれぞれ116 m/min, 95.3 m/minであった。健常者のMWSを年代別に調査した報告では、50~69歳の平均は122.9 m/min, 70歳以上では98.6 m/minであることから⁶⁾、入院期心疾患患者の歩行能力は年代に関係なく低下することが示唆された。さらに、地域在住高齢者の調査報告では、MWSが110 m/minを下回ると、買い物や交通機関の利用などの手段的ADL(IADL)のいずれかの項目において自立が困難となることが報告されている⁷⁾。本研究の高齢群のMWSが110 m/minを大きく下回り、同年代の健常者よりも低値であったことを考えると、高齢心疾患のIADLは健常者に比べてその障害度は大きくなることが予想された。

次に、心疾患患者の歩行能力の低下に起因する因子を把握する目的で、臨床的背景因子と運動機能について壮年群と高齢群の差異を検討した。すると、診断名、LVEF、運動療法期間および在院日数において、両群間で有意な差を認めなかった。心機能障害の重症度や心リハ進行状況に年齢の因子が関与することは、多くの先行研究において指摘されている⁸⁾。今回、臨床的背景因子において両群間に差が無かった理由として、本研究の趣旨から対象者を病棟内歩行自立者に限定したことで、臨床的背景因子に対する年齢の影響が小さくなったことが考えられた。さらに、両群ともにLVEFと運動療法期間はMWSと有意な相関を示さなかった。このことから、病棟での歩行が自立している心疾患患者の歩行能力には、心機能障害以外の因子が関与していると考えられた。なお、高齢者の在院日数とMWSに有意な相関が認められた理由として、両群の運動療法期間に差異が無いことから、後述する運動機能の低下に伴う運動療法期間の開始の遅れが影響している可能性が考えられた。一方、両群ともに歩行が自立していても、下肢筋力ならびに動的バランス能力は両群間で大きな差異を示し、高齢群の膝伸展筋力および動的バランス能力の指標であるFRTとIPSは壮年群に比べて有意に低値を示した。下肢筋力の指標である膝伸展筋力は40% BW⁹⁾、動的バラ

ンス能力の指標であるFRTは26 cm¹⁰⁾、IPSは1.4を下回ると歩行に支障をきたすことが報告されており⁴⁾、高齢群の膝伸展筋力とIPSは、これらのカットオフ値を下回っていた。さらに、壮年群のMWSは膝伸展筋力と有意な正の相関を認めたのに対し、高齢群のMWSは膝伸展筋力に加えて、動的バランス能力であるFRTならびにIPSと有意な正の相関を認めた。これらの結果は、心疾患の既往が無い地域高齢者のMWSが、静的バランス能力ではなく動的バランス能力に強く影響を受けている調査結果と一致している¹¹⁾。このことから、高齢群のMWSは、下肢筋力に加えて動的バランス能力の影響を強く受けることが特性と考えられた。

次に、入院期における歩行能力の経時的変化についてみると、退院時における壮年群のMWSは病棟歩行時と比べて有意な改善を示したのに対して、高齢群では改善を認めなかった。前述の横断的調査において、高齢群のMWSと相関を認めた下肢筋力と動的バランス能力に注目すると、下肢筋力については入院期における筋力トレーニングの安全性とその効果は多くの研究報告で認められている^{12,13)}。一方、動的バランス能力の変化については、65歳未満の壮年心疾患患者の動的バランス能力は入院期心リハによって有意な改善を認めたのに対し、高齢心疾患患者では有意な改善を認めなかったことが報告されている¹⁴⁾。このことから、高齢群のMWSが改善しなかった理由として、入院期心リハにおいて動的バランス能力が改善していないことが影響していると考えられた。

近年、心疾患患者に対する初期治療の進歩により、発症早期から有酸素運動ならびに筋力トレーニングを主体とした心リハが展開されている。しかし、入院期心リハにおいてバランストレーニングを採り入れた報告は極めて少ない。高齢心疾患患者のADLを規定する歩行速度の低下の主な原因がバランス能力低下であることを考えると、入院早期からバランス能力を評価するとともに、バランストレーニングを積極的に採り入れていく必要性が示唆された。

文 献

- 1) 西山昌秀, 井澤和夫 他: 急性心筋梗塞患者における臨床的背景の経時的推移についての検討. 理学療法学 32 (Suppl 2): 295, 2005
- 2) Pinsky JL, Jette AM et al: The Framingham disability study: relationship of various coronary heart disease manifestations to disability in older persons

- living in the community. *Am J Public Health* 80 (11) : 1363-1367, 1990
- 3) 山崎裕司：高齢心筋梗塞患者の下肢筋力と筋力トレーニング. *体力科学* 48 : 559-568, 1999
 - 4) 望月 久：バランス能力の評価指標とバランス障害に対する運動療法の検討. *運動療法と物理療法* 15 (3) : 236-241, 2004
 - 5) Shinkai S, Watanabe S et al : Walking speed as a good predictor for the onset of functional dependence in a Japanese rural community population. *Age Ageing* 29 (5) : 441-446, 2000
 - 6) 宮原洋八, 竹下寿朗 他：地域住民（17～92歳）を対象とした運動能力. *理学療法科学* 19 (4) : 285-290, 2004
 - 7) 鈴木堅二, 今田 元 他：地域で自立生活している高齢者の歩行速度と生活関連活動との関連. *総合リハ* 28 (10) : 955-959, 2000
 - 8) 松永篤彦, 中村 彩 他：急性期心筋梗塞患者の機械トレーニングに対する適応の検討 心臓リハビリテーションにおける自転車エルゴメータの早期導入について. *北里医学* 30 (6) : 439-449, 2000
 - 9) 西島智子, 山崎裕司 他：高齢患者における等尺性膝伸展筋力と歩行能力の関係. *理学療法科学* 19 (2) : 95-99, 2004
 - 10) 森尾裕志, 大森圭貢 他：指示棒を用いた Functional Reach Test の開発. *総合リハ* 35 (5) : 487-493, 2007
 - 11) 猪飼哲夫, 辰濃 尚 他：歩行能力とバランス機能の関係. *リハビリテーション医学* 43 (12) : 828-833, 2006
 - 12) Stewart KJ, McFarland LD et al : Safety and efficacy of weight training soon after acute myocardial infarction. *J Cardiopulm Rehabil* 18 (1) : 37-44, 1998
 - 13) American College of Sports Medicine Position Stand : The recommended quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory and muscular fitness, and flexibility in healthy adults. *Med Sci Sports Exerc* 30 (6) : 975-991, 1998
 - 14) 澤入豊和, 松永篤彦 他：高齢心疾患患者の入院期心臓リハビリテーションにおけるバランストレーニングの重要性について. *日本私立医科大学理学療法学会誌* 24 : 49-52, 2007

回復期心臓リハビリテーションの継続が 高齢虚血性心疾患患者のバランス機能に与える影響について

さわいとよかず *1, ますだ たかし *1, まつながあつひこ *1, いしい あきら *1, よねざわりゆうすけ *1, まつもとたくや *1,
 澤入豊和 *1, 増田 卓 *1, 松永篤彦 *1, 石井 玲 *1, 米澤隆介 *1, 松本卓也 *1,
 なんりゆうた *1, ほったかずき *1, やまもとしゅうへい *1, おぐら みさお *1, いずみ とおる *3

*1北里大学大学院 医療系研究科, *2北里大学医療衛生学部, *3北里大学医学部 循環器内科学

抄 録

【目的】 虚血性心疾患(IHD)で入院した高齢患者は、入院初期の安静臥床によって deconditioning が進行し、心臓リハビリテーション(心リハ)の開始時には患者の運動機能や ADL は著しく低下している場合が多い。最近では、入院早期から有酸素運動やレジスタンストレーニングなどの運動療法が導入されているが、入院中に進行したバランス機能障害を考慮した運動療法の報告は極めて少ない。そこで、本研究は高齢 IHD 患者のバランス機能の特性を把握し、入院期から回復期にかけて継続した心リハプログラムがバランス機能に及ぼす影響について検討した。

【方法】 IHD で入院し、退院後3ヵ月まで心リハを継続した IHD 患者33名を、65歳未満の壮年群(20例)と65歳以上の高齢群(13例)の二群に分け、患者背景因子(年齢、性別、診断名、左室駆出率、心リハ進行状況)と下肢筋力(膝伸展筋力)、バランス機能(片脚立位時間; OLS, Functional Reach; FR), ADL (Specific Activity Scale; SAS) を比較した。下肢筋力は退院時と退院後3ヵ月の時点で測定し、バランス機能および ADL は入院期歩行開始時、退院時および退院後3ヵ月の時点で測定した。

【結果】 年齢を除く患者背景因子には、両群間で有意差を認めなかった。高齢群の下肢筋力は壮年群に比べて有意に低値を示したが、両群ともに退院時から退院後3ヵ月にかけて有意に改善した。高齢群の OLS と FR は、壮年群と比べてすべての時点において有意に低値を示したが、壮年群の FR は歩行開始時から退院時に改善したのに対して、高齢群は退院時から退院後3ヵ月にかけて有意な改善を認めた。さらに、ADL は両群間に有意差を認めなかったが、退院時における高齢群の FR と ADL の間に有意な正の相関を認めた。

【結論】 高齢 IHD 患者のバランス機能は、壮年者に比べて退院時には低下し、その改善が遅延していた。さらに、高齢 IHD 患者における退院時のバランス機能の改善は ADL の向上に関与するため、従来の運動療法に加えて入院早期からバランス機能の訓練を併せて実施する必要がある。 [心臓リハビリテーション (JJCR) 13 (2): 322-325, 2008]

Key words: 虚血性心疾患, 高齢者, バランス機能

はじめに

虚血性心疾患 (IHD) で入院した高齢患者は、入院初期の安静臥床によって deconditioning が進行し、心臓リハビリテーション (心リハ) の開始時には患者の運動機能は著しく低下している場合が多い^{1,2)}。この運動機能の低下は、日常生活活動 (ADL) を制限する要因であるため^{2,3)}、高齢な心疾患患者に対して心臓リハビリテーションを実施する際は、心機能と併せて運動機能を評価することが重要であると考えられる。最近では、入院早期から有酸素運動やレジスタンストレーニングを中

心とした運動療法が導入され、その有用性について多くの知見が報告されている^{4,5)}。しかし、高齢 IHD 患者の運動機能に対する心リハの効果を検討する際には、高齢者の ADL に影響を与える因子として、下肢筋力ばかりではなくバランス機能や柔軟性などを併せて考慮する必要がある。特に、高齢者のバランス機能の低下は転倒事故の発生に大きく関与するが⁶⁾、高齢 IHD 患者のバランス機能について言及した報告は極めて少ない。本研究では、IHD 患者に対する効果的な心リハプログラムを構築する一環として、IHD を有する患者の運動機能と ADL を壮年者と高齢者に分けて評価し、高齢 IHD 患者

のバランス機能の特性を把握することを目的とした。

方法

1. 対象

2005年11月～2007年2月の間に北里大学病院心臓血管センターに入院し、心リハを処方されたIHD患者のうち、入院期心リハを終了して退院後も週に1回以上の頻度で回復期心リハを3ヵ月間継続した患者33例を対象とした。対象者の年齢によって、65歳未満の患者を壮年群(20例)、65歳以上の患者を高年齢群(13例)とし、骨関節疾患や中枢神経疾患を有する患者、あるいは認知症を有する患者は対象から除外した。患者に対して、本研究の意義ならびに運動機能の測定に伴う注意事項を十分に説明し、同意を得た後、本研究を実施した。

2. 測定項目

患者背景因子として、入院時の年齢、性別、心リハ診断名、左室駆出率(LVEF)および心リハの進行状況として入院から歩行開始までに要した日数(歩行開始病日)と在院日数を調査した。

運動機能として、膝伸展筋力を退院時と退院後3ヵ月に測定し、バランス機能は歩行開始時と退院時および退院後3ヵ月の3時点で評価した。

膝伸展筋力の測定には、hand-held dynamometer(μ Tas MT-1, アニマ, 東京)を用い、NKテーブルに固定した圧センサーの下端が腓骨外果より2横指上にくるように下腿前面に設置した。測定肢位は、股関節と膝関節が90°屈曲位の椅子坐位で、上肢下垂位とした。測定時間は、1回5秒間で左右各3回ずつ測定し、左右それぞれの最大値の平均を体重で除した値(%BW)を解析値とした。バランス機能は、身体の動揺を安定させる能力を静的バランス、転倒することなく重心を移動できる能力を動的バランスとし、静的バランスとして片脚立位時間(OLS)、動的バランスとしてFunctional Reach(FR)を測定した。なお、運動機能の測定中は心電図をモニターし、測定前後には血圧を測定して患者の安全を確認した。

OLSは、両手を腰にあてた状態で、左右どちらかの足で片脚立位姿勢をとり、60秒を上限として測定を行った。ただし、測定中に①軸足が移動する、②挙上した足が軸足に触れる、③軸足の足底以外の部分が床や壁に接する、④両手または片手が腰から離れる、が生じた場合には、その時点で測定を終了した。

FRは、静止立位姿勢から両上肢を肩関節90°屈曲位まで前方に挙上し、その右手指の位置を開始点とした。

表1 患者背景因子

	壮年群	高年齢群	p value
年齢(歳)	55±4	71±6	p<0.01
性別(男/女)	17/3	10/3	ns
診断名(例)			
急性心筋梗塞	16	9	ns
冠動脈バイパス術後	3	2	ns
左室駆出率(%)	48.9±11.3	42.0±7.3	ns
歩行開始病日(日)	6.7±5.5	8.0±6.0	ns
在院日数(日)	21.8±8.6	24.6±7.1	ns

mean ± SD ns: not significant

左上肢を下ろした後、右上肢を最大限前方へ伸ばし、その前方到達点の最大値を測定した。測定は2回行い、その最高値をFRとして採用した。

ADLは、Specific Activity Scale(SAS)による運動耐容能(METs)を用いて、息切れや疲労感などの症状がどの程度の運動で出現するかを調査し、そのときの運動強度に相当する運動耐容能を解析値とした。SASは入院する1ヵ月前(入院前)の状況を初回の心リハ時に調査し、さらに退院時および退院後3ヵ月の時点で調査した。

3. 解析方法

壮年群と高年齢群における患者背景因子の比較には、unpaired-t testと χ^2 検定を用いた。また、膝伸展筋力、OLS、FRにおける年齢(壮年群と高年齢群)と期間(歩行開始時、退院時および退院後3ヵ月)の効果については、二元配置の分散分析を用いた。退院時のバランス機能とSASとの関係については、Pearsonの相関係数を求めた。得られた値は平均値±標準偏差で表示し、統計学的有意水準は5%未満とした。

結果

患者背景因子を表1に示す。年齢には両群間で有意差を認めたが(p<0.01)、性別、診断名、左室駆出率、歩行開始病日および在院日数には両群間で有意差を認めなかった。

退院時と退院後3ヵ月の膝伸展筋力を図1に示す。高年齢群の膝伸展筋力は、壮年群と比較して退院時および退院後3ヵ月の2時点において有意に低値を示したが(それぞれp<0.05)、両群ともに退院時と比較して退院後3ヵ月では有意に増加した(それぞれp<0.01)。

歩行開始時、退院時および退院後3ヵ月のOLSとFRを図2に示す。OLSは年齢において有意な主効果を認め(F=15.09, p<0.01)、高年齢群のOLSは壮年群と比較して歩行開始時、退院時および退院後3ヵ月におい

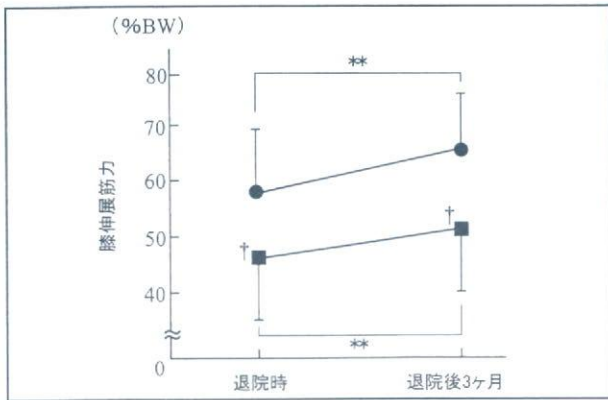


図1 下肢筋力の経時的変化
●：壮年群，■：高齢群，** p<0.01：退院時 vs 退院後3ヵ月，† p<0.05 vs 壮年群

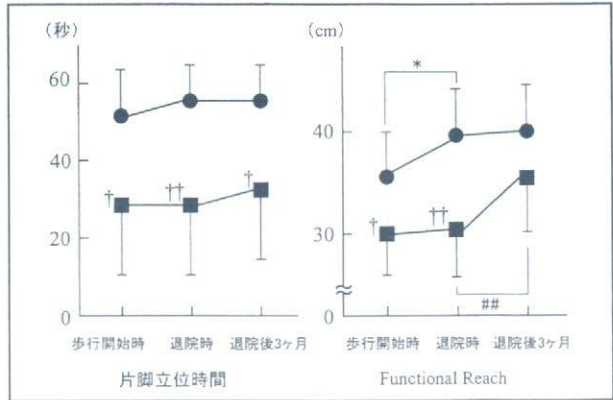


図2 バランス機能の経時的変化
●：壮年群，■：高齢群，* p<0.01：歩行開始時 vs 退院時，## p<0.01：退院時 vs 退院後3ヵ月，†，††：p<0.05，p<0.01 vs 壮年群

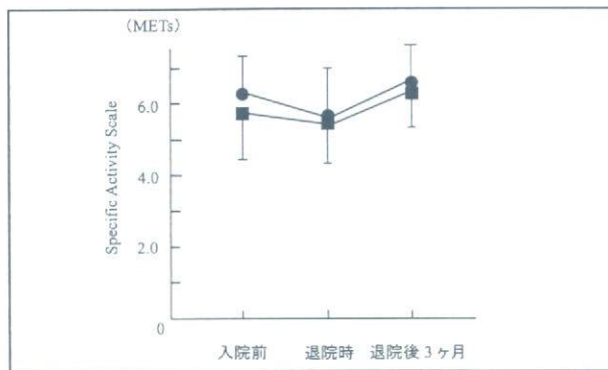


図3 Specific Activity Scaleの経時的変化
●：壮年群，■：高齢群

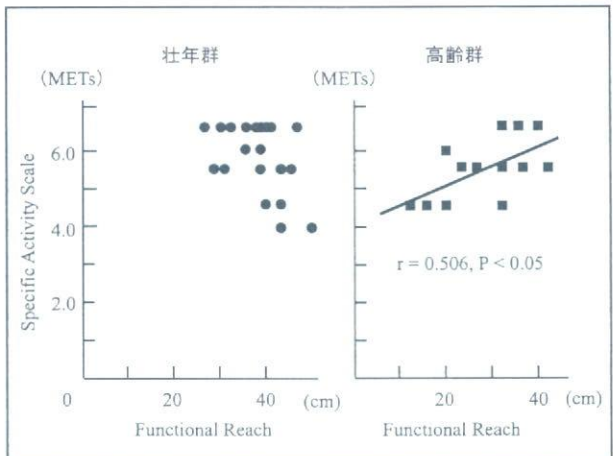


図4 退院時における Functional Reach と Specific Activity Scale との関係
●：壮年群，■：高齢群

て有意に低値を示した ($p<0.05$, $p<0.01$, $p<0.01$). FR は年齢と期間の間に有意な交互作用を認め ($F=3.24$, $p<0.05$), 高齢群の FR は壮年群と比較して歩行開始時と退院時の2時点において有意に低値を示した ($p<0.05$, $p<0.01$). さらに, 壮年群の FR は歩行開始時から退院時にかけて有意に増加したが ($p<0.01$), 退院時から退院後3ヵ月にかけては有意な変化を認めなかった. 一方, 高齢群の FR は歩行開始時から退院時にかけて有意な変化を認めなかったが, 退院時から退院後3ヵ月にかけて有意に増加した ($p<0.01$).

歩行開始時, 退院時および退院後3ヵ月の SAS を図3に示す. SAS はすべての時点において二群間に有意差を認めなかった. また, 両群ともに歩行開始時から退院時, さらに退院後3ヵ月にかけて有意な変化を示さなかった.

退院時における FR と SAS の関係を図4に示す. 壮年群の FR と SAS の間には有意な相関を認めなかったが, 高齢群の FR と SAS の間には有意な正の相関を認めた ($r=0.506$, $p<0.05$).

考 察

心疾患は, それ自体が ADL を低下させ, その ADL 低下は壮年者よりも高齢者において著しいことが知られている³⁾. 加えて, IHD で入院した患者では入院直後の安静臥床によって運動機能が低下するため, ADL はさらに制限される. 特に, 高齢者では ADL に影響を与える因子として下肢筋力ばかりではなくバランス機能や柔軟性などが関与するといわれている⁶⁾. 最近では, 有酸素運動やレジスタンストレーニングを中心とした運動療法が入院早期から導入され, 運動機能に対する有用性が報告されている^{4,5)}. しかし, 高齢者のバランス機能は壮年者と比較してより障害されていることを考慮すると⁷⁾, 高齢患者のバランス機能障害を念頭において心リハの効果の評価する必要がある. そこで, 本研究では高

齢 IHD 患者のバランス機能の特性を、壮年患者のそれと比較することによって検討した。

高齢群の下肢筋力は壮年群と比較して有意に低下していたが、両群ともに退院時から3ヵ月の間に有意に改善した。心不全患者に下肢筋力トレーニングを行った研究では、トレーニングを3ヵ月間継続することで筋力の有意な向上が認められたと報告されている^{8,9)}。本研究においても、対象者は入院期からトレッドミルなどによる有酸素運動に加えて下肢筋力のトレーニングを実施し、さらに退院後も継続的な回復期心リハを実施したことが下肢筋力の改善につながったと思われる。一方で、壮年群と高齢群のバランス機能を比較すると、高齢群のバランス機能は壮年群と比較して有意に低値を示した。年齢によるバランス機能の違いを検討した報告では、バランス機能は加齢に伴って低下するとされ、本研究もこれらの報告を支持する所見であった¹⁰⁾。しかし、バランス機能の経時的な変化を評価すると、壮年群の動的バランスは入院期に改善し、高齢群では回復期に改善が認められたため、動的バランスの改善する時期は壮年群と高齢群では異なると考えられた。一般的に、高齢者に対して身体機能を改善するためのトレーニングを実施すると、バランス機能の改善には少なくとも2~3ヵ月以上のトレーニング期間が必要であると報告されている¹¹⁻¹³⁾。本研究において、高齢群のバランス機能が入院期に改善しなかった理由として、高齢群の平均入院期間は24日であり、高齢群のバランス機能を改善するためには入院期間が短かったこと、さらに入院期間にバランス機能の改善を目的とした特異的な運動療法を実施しなかったことが挙げられる。また、退院時における高齢群の運動機能とADLの関係を検討すると、FRとSASの間に有意な正の相関を認めた。高齢IHD患者のADLを規定する主な因子として、陈旧性心筋梗塞の既往や運動機能の低下が知られ、運動機能としては下肢筋力よりもOLSやFRなどのバランス機能のほうがADLとの相関が高いと報告されている¹⁴⁾。高齢者のバランス機能が、歩行能力や転倒事故の発生を評価するうえで重要な因子であることをふまえると⁶⁾、高齢IHD患者のバランス機能とADLの間に有意な相関を認めたことは妥当な結果であると考えられた。

高齢群のバランス機能は、壮年群と比較して退院時において低下し、退院後もその改善には時間がかかることから、入院期および回復期において転倒などの二次的な障害をひき起こす可能性がある。そのため、高齢IHD患者に対して心リハを実施する際には、従来の運動療法

にバランス機能の改善を目的としたプログラムを取り入れる必要がある。

文 献

- 1) 熊丸めぐみ, 高橋哲也, 畦地 萌 他: 入院期心臓リハビリテーションが遷延する急性心筋梗塞患者の臨床的特徴について. 心臓リハビリテーション 8: 137-140, 2003
- 2) 山崎裕司, 山田純生, 渡辺 敏 他: 急性心筋梗塞症患者にみられる歩行障害. 理学療法学 20 (5): 307-311, 1993
- 3) Pinsky JL, Jette AM, Branch LG et al: The Framingham disability study: Relationship of various coronary heart disease manifestations to disability in older persons living in the community. Am J Public Health 80: 1363-1367, 1990
- 4) Belardinelli R, Georgiou D, Cianci G et al: Randomized, Controlled Trial of long-term moderate exercise training in chronic heart failure: Effects on functional capacity, quality of life, and clinical outcome. Circulation 99: 1173-1182, 1999
- 5) 日本循環器学会: 循環器病の診断と治療に関するガイドライン (2000-2001年度合同研究班報告): 心疾患における運動療法に関するガイドライン. Jpn Circ J 66 (suppl IV): 1177-1246, 2002
- 6) Guralnik JM, Ferrucci L, Simonsick EM et al: Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability. N Engl J Med 332: 556-561, 1995
- 7) 猪飼哲夫: 高齢者・片麻痺患者の転倒とバランス機能. リハビリテーション医学 43: 523-530, 2006.
- 8) Izawa K, Hirano Y, Yamada S et al: Improvement in physiological outcomes and health-related quality of life following cardiac rehabilitation in patients with acute myocardial infarction. Circ J 68: 315-320, 2004
- 9) 井澤和夫, 渡辺 敏, 岡 浩一郎 他: 心臓リハビリテーション終了後における筋力トレーニングの継続が身体活動セルフ・エフィカシーに及ぼす影響と下肢筋力値との関連について. 心臓リハビリテーション 11 (2): 302-306, 2006
- 10) Bohannon RW et al: Decrease in timed balance test score with aging. Physical Ther 64: 1067-1070, 1984
- 11) Maejima H et al: The relationship between postural deformation and standing balance in elderly person. J Jpn Phys Ther Assoc 7: 7-14, 2004
- 12) 新井武志, 大淵修一, 逸見 治 他: 地域在住虚弱高齢者への運動介入による身体機能改善と精神心理面の関係. 理学療法学 33 (3): 118-125, 2006
- 13) 堀内 賢 他: 高齢者の体力向上プログラムの実施と効果判定. 理学療法の臨床と研究 15: 19-24, 2006
- 14) 神谷健太郎, 松永篤彦, 齊藤正和 他: 虚血性心疾患患者の運動機能が日常生活活動に及ぼす影響について. 心臓リハビリテーション 9 (1): 89-92, 2004

介護予防運動教室参加者の腹腔内脂肪および血中アディポネクチンの推移

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⁾ 今西里佳²⁾ 松本香好美²⁾ 上月正博²⁾

THE IMPACT OF GERIATRIC EXERCISE TRAINING ON ABDOMINAL FAT AND ADIPONECTIN LEVELS IN THE ELDERLY

TAKAYUKI KAWAMURA, ATSUKO ISHIDA, KAZUKI FUJITA, REIKO SUZUKI, MASAHIRO SAITO, RIKA IMANISHI, KOKOMI MATSUMOTO and MASAHIRO KOHZUKI

Abstract

We evaluated the influence of a twice-weekly group exercise program on visceral fat area (VFA) and plasma adiponectin (APN) in the elderly. Thirty-three community-dwelling elderly (age: 72.4±6.9 yrs) participated in a 12-week supervised, geriatric exercise training program (GET) followed by a 12-week unsupervised GET (u-GET), which included stretching, strengthening, and balance-training exercises. Participants were evaluated for physical fitness, blood glucose, HbA1c, triglyceride, cholesterol, insulin, and APN. VFA was measured by computed tomography. All measurements were taken before the GET (TR1), after 12-weeks of GET (TR2), and at the end of the u-GET (TR3). Twelve weeks of GET produced significant increases in physical function measures. Both walking speed and functional mobility values at TR3 were significantly higher than TR1 values. A significant reduction in VFA was seen at TR3 in men. APN progressively elevated from TR1 to TR3 in women. In the frail elderly, 12 weeks of GET effectively increased functional ability and APN. The beneficial effects on VFA and APN were sustained following the participation in the unsupervised setting, suggesting that the frail elderly should be encouraged to participate and maintain a resistance training routine to achieve preferable effects on both functional ability and cardiovascular risk factors.

(Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med. 2008, 57: 365-376)

key word : elderly, exercise training, abdominal fat, adiponectin

I. 緒 言

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数は毎年増加する傾向にある。その中でも、特に要支援や要介護1といった軽度介護認定者数が大幅に増加し、全認定者数の約50%を占めており¹⁾、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という特徴がある。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は、骨格筋に対する脂肪の相対的増加²⁾が挙げられ、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、起居動作や歩行動作等に支障をきたしている高齢者を対象として運動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運動機能に対する有効性が明らかになっている^{6,7)}。中年期においては、日常生活における活動性の向上が脂肪蓄積を抑制し、動脈硬化性疾患リスクを低下させることが報告されているが、日常生活動作に支障がみられるような高齢者に対して、短期間の運動介入を行うことが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。

¹⁾ 東北福祉大学 予防福祉健康増進センター
〒981-8523 仙台市青葉区国見1-19-1
東北福祉大学ステーションキャンパス

Tohoku Fukushi University

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
〒980-8574 仙台市青葉区星陵町1-1

Department of Internal Medicine and Rehabilitation Science, Tohoku University Graduate School of Medicine

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は, 若年~中年を対象として有酸素運動を用いた研究^{12~17)}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^{12~15)}, あるいは増加させる^{16,17)}と意見が一致していない. 一方で, 運動習慣の無い男性高齢者に対する24週間の筋力トレーニング実施と血中アディポネクチンへの影響を検討した研究¹⁸⁾によると, 異なる負荷強度で行った群の中でも負荷強度が一回最大努力下重量(1RM)の60%以上であった群で血中アディポネクチン濃度が有意に上昇したことを報告している. 女性や生活機能に支障をきたしている高齢者での検討や内臓脂肪との関連性については先行研究¹⁸⁾では未検討であるが, この Fatouros たち¹⁸⁾の報告は高齢者に対する中~高強度の筋力トレーニングが運動器の機能向上に加え, 動脈硬化の進展抑制に寄与することも示唆している点で非常に興味深い.

そこで本研究では, 介護認定を既に受けている者, あるいは日常生活動作に障害が出始めている高齢男女を対象とした介護予防運動教室の介入前後, 及び介入終了3ヵ月後に運動機能の推移を調査すると共に, 腹部の脂肪横断面積, 糖・脂質代謝の諸指標ならびに血中アディポネクチン値への影響を検討した.

II. 方 法

A. 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. 参加対象者は 1) 介護認定で「要支援・要介護1」の認定を受けた方で, 介護サービス等で「通所リハビリテーション」や「訪問リハビリテーション」などの内容的に重複するサービスを受けていない方, または 2) 認定は受けていないが, 運動器の機能低下が原因でイスからの立ち上がりや階段昇降動作などの生活動作に支障のある方とした. 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, 同意の旨を書面で得た. なお本研究は東北福祉大学の倫理委員会の審査を受けて実施された.

B. 運動介入方法

研究プロトコルを図1に示した. 集団型運動教室参加時(TR1), 集団型運動教室終了時(TR2), およびTR2に引き続いて設けられた自主活動期間終了時(TR3)とした. TR1とTR2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に反映された. 全体の運動プログラムは大淵たち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, および藤田たち⁶⁾が実施した転倒予防運動プログラムを参考にして行った. TR1-TR2の12週間に行われた運動教室は1回あたり90分, 週2回の頻度で全24回実施し, 1グループ8~10名の参加者に対して2~3名の健康運

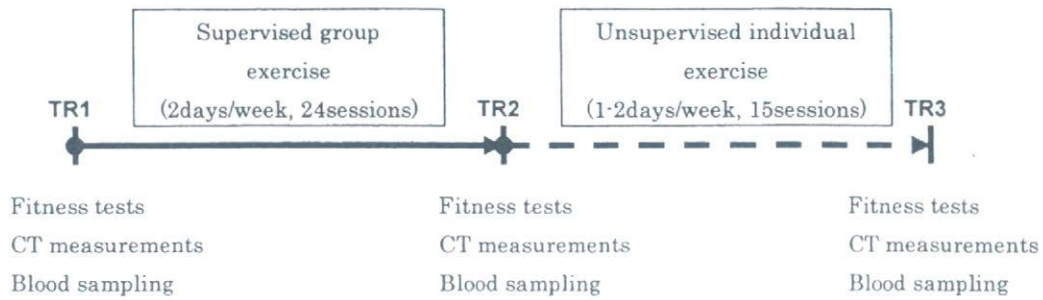


Figure 1. Study protocol.

動指導士，または健康運動実践指導者で教室を運営した。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。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。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，TR2-TR3間の12週間にわたって希望者が運動を継続した。TR2-TR3間はTR1-TR2間の運動プログラム(表1)のうちマシントレーニングと体幹部トレーニングで実施したメニューを継続しつつ，15～20分間の自転車エルゴメーター，又はトレッドミルでの運動も追加した。

C. 測定方法

体力測定，および医学的検査はTR1，TR2，TR3

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)，10 m 最大歩行時間(10 m walk)，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。筋肉，および脂肪の横断面積はJensenたち²⁰⁾の方法を用いて算出した。

D. 血液検査項目

血液生化学評価のため，一晚絶食の後，予防福祉クリニックに来館しAM9:00～AM10:30に採血を行った。検査項目としては，総コレステロール

Table 1. Components of a 12-week supervised geriatric exercise training program (TR1-TR2).

	Week 1-4 1-8 sessions	Week 4-8 9-15 sessions	Week 8-12 16-24 sessions
1) Warm-up			
Ice breaking activity	Communication, Friendship, Relaxed atmosphere, etc		
Stretching	Seated position		
2) Resistance training with strength machine			
Rowing	40% 1RM	60% 1RM	
Hip abduction	10~20 reps 1 set	12~15reps 2 sets	
Recumbent squat			
Leg extension			
3) Supplemental exercise	Pelvic exercise, Trunk stability training, Toe fingers exercise		
4) Functional exercise			
Static balance	Seated ~ Stand with one or two legs Flat surface ~ Unstable surface		
Dynamic balance			
Mobility balance			
5) Cool-down	Seated position		Supine position

(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.

E. 解析方法

本文中に示した数値は平均値 ± 標準偏差で表した. 対象者の属性に関する性別間の比較には t 検定, またはカイ 2 乗検定で検討した. 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

A. 対象者の特徴 (表 2)

対象者は 33 名で男性 16 名, 女性 17 名. 平均年齢は 72.4 歳 (標準偏差 ± 6.8) であった. 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. 内臓脂肪面積が 100 cm² を越える内臓脂肪型肥満は 21 名 (63%) (男性 12 名 (75%), 女性 9 名 (52%)) であった. 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.

B. 対象者の参加状況

TR2 までの集団型運動プログラムを修了したの

Table 2. Clinical characteristics of the participants (n=33).

	Men (n=16)		Women (n=17)		Total (n=33)		Statistical significance
	Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE	
Age	70.6	1.8	74.1	1.5	72.4	1.2	NS
Height (cm)	163.1	1.4	149.1	1.5	155.9	1.6	NS
Body weight (kg)	65.4	2.5	56.1	2.4	60.6	1.7	p<0.05
Body mass index (kg/m ²)	24.6	0.9	25.3	0.9	24.9	0.6	NS
Visceral fat area (cm ²)	132.6	14.7	102.7	10.8	120.7	9.3	NS
History of disease and category of the nursing care services	n	%	n	%	n	%	
Hypertension	6	37.5	12	70.6	18	54.5	NS
Diabetes	4	25.0	3	17.6	7	21.2	NS
Hyperlipidemia	7	43.8	10	58.8	17	51.5	NS
Cerebrovascular diseases	7	43.8	1	5.9	8	24.2	P<0.05
Heart diseases	3	18.8	7	41.2	10	30.3	NS
Orthopedic problems	4	25.0	13	76.5	17	51.5	P<0.01
In need of assistance	0	—	6	35.1	6	23.0	—
In need of care (grade 1)	4	25.0	3	17.6	7	21.2	NS

Values are means ± SE. NS : not significant.

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。この2名の脱落者を除いた33名のTR1-TR2間の教室参加率は92.7%であった。TR2-TR3間の施設利用は自由であったが33名中28名(85%)が自主運動期間に施設で運動を実施した。28名の平均参加回数は9.6回(標準偏差±3.2回)であった。

C. 体力測定結果(全体：表3，男女別：図2)

TR1時に測定した握力以外の体力測定項目において有意な改善が見られた。SR, SFR, および10m walk, TUGTの値はTR3においてもTR1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10m walkとTUGTであった。男性においては、膝伸展筋力, SFR, SLSの項目に有意な改善がみられ、女性ではSRの項目で改善が見られた。TR3時点では、男性においてはSFR, 10m Walk, TUGT, 女性では10m walk, TUGTの値がTR1時の値に比べて有意に高い水準で維持されていた。一方、TR3時の膝伸展筋力は男性でTR2時の値に比較して有意に低下していた。しかしながら、全ての体力測定項目において、TR3の体力評価値はTR1時の値を有意に下回ることにはなかった。

D. 身体組成, 血液生化学検査結果

図3に示すとおり、VFAはTR1-TR2間では男女共に有意な変化は見られなかったが、男性でTR1-TR3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TR1-TR2間で有意な変化が見られたのに対して、女性ではTR1時に比べTR2, TR3時の面積が有意に大きかった。体重, BMI, ならびに糖・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TR1, TR2, TR3の各区間で増加し、男性ではTR1-TR3間で、女性ではTR1-TR3間, TR2-TR3間で有意差が認められた(図4)。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5)。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。

IV. 考 察

本研究では、介護予防運動教室参加者の介入後、及び3ヵ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。

運動機能はTR1-TR2の期間で男女共に移動動作

Table 3. Results of physical fitness evaluations (n=33).

	TR1		TR2		TR3		Statistical significance
Grip strength(kg)	24.5	± 0.8	25.5	± 0.9	25.6	± 0.8	
WBI(%)	52.5	± 3.5	62.8	± 3.6	57.3	± 3.0	**TR1<TR2,*TR2>TR3
SLS(sec)	21.1	± 2.8	34.8	± 4.7	27.9	± 4.4	**TR1<TR2
SR(cm)	28.3	± 1.7	33.8	± 1.4	33.9	± 1.6	**TR1<TR2,*TR1<TR3
SFR(cm)	32.3	± 1.0	38.0	± 1.1	35.9	± 1.2	**TR1<TR2,**TR1<TR3
10mwalk(sec)	7.9	± 0.7	5.7	± 0.7	0.6	± 0.5	**TR1>TR2,**TR1>TR3
TUGT(sec)	9.3	± 0.7	7.2	± 0.6	7.6	± 0.6	**TR1>TR2,**TR1>TR3

Values are means±SE. * $p<0.05$; ** $p<0.01$; WBI: weight bearing index, which is calculated by dividing the isometric leg strength (in kilograms) at 90 degree knee angle by the body weight, and multiply by 100.; SLS: single-leg stand time; SR: sit to reach test; SFR: single-arm functional reach test; 10m walk: 10m walk with maximal effort; TUGT: Timed-up and go test with maximal effort.

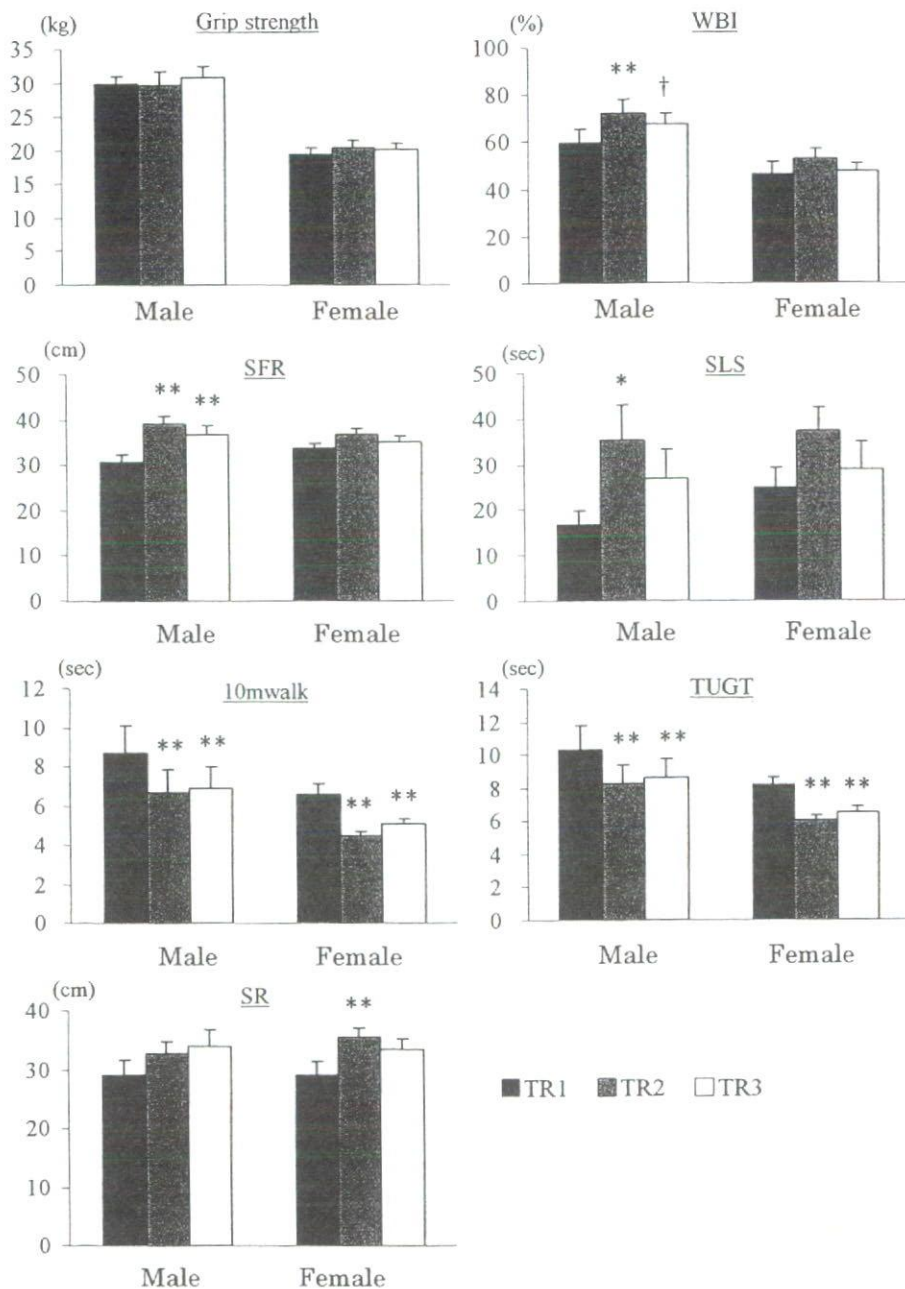


Figure 2. Changes in the physical fitness evaluations (by sex).

Values are means \pm SE; * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$ vs. TR1; † $p < 0.05$ vs. TR2. WBI: weight bearing index, which is calculated by dividing the isometric leg strength at 90 degree knee angle (in kilograms) by the body weight, and multiply by 100; SLS: single leg stand time; SR: sit to reach test; SFR: single-arm functional reach test; 10 m walk: 10 m walk with maximal effort; TUGT: Timed-up and go test with maximal effort.

の指標に改善がみられ, TR3 の時点でも TR1 時に比べ高い水準を維持されていた. 内臓脂肪面積は本研究では男性において VFA が TR3 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う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²¹⁾. 高齢者を対象とした筋力トレーニングの実

施が内臓脂肪に及ぼす影響について検討している研究は少ないが, Tsuzuku たち²²⁾ は糖尿病や心疾患の既往が無く, 高脂血症の服薬治療を受けていない地域在住高齢者男女を対象としたラバーバンドを用いた筋力トレーニングを週 3 日の頻度で 12 週間にわたって実施した結果, 運動実施群では体重や超音波法により計測した腹部皮下脂肪厚に対照群と比べ有

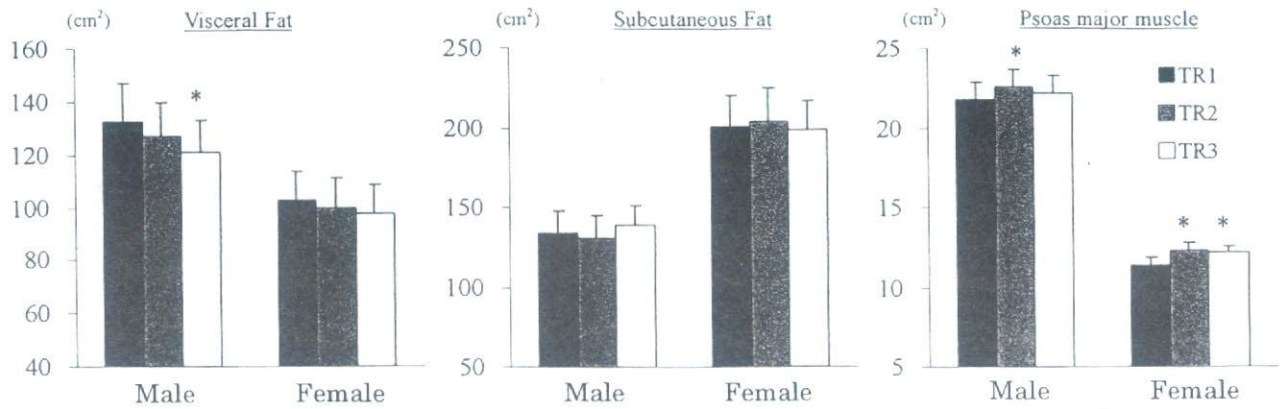


Figure 3. Changes in Abdominal fat and Psoas major muscle areas. Values are means ± SE. *p < 0.05 vs. TR1.

Table 4. Changes in the anthropometric profile, and metabolic and hormonal variables (n = 33).

		TR1		TR2		TR3	
		Mean	SE	Mean	SE	Mean	SE
Body weight (kg)	M	65.4 ± 2.5		65.1 ± 2.5		65.0 ± 2.5	
	F	56.1 ± 2.4		55.8 ± 2.4		55.4 ± 2.4	
BMI (kg/m²)	M	24.6 ± 0.9		24.4 ± 0.9		24.3 ± 0.9	
	F	25.3 ± 0.9		25.2 ± 0.9		25.0 ± 0.9	
GLU (mg/ml)	M	110.2 ± 6.2		111.1 ± 7.5		110.1 ± 6.3	
	F	115.1 ± 6.4		113.4 ± 7.8		112.5 ± 6.5	
IRI (µU/ml)	M	6.29 ± 0.81		5.58 ± 0.57		6.69 ± 0.50	
	F	6.28 ± 0.84		5.02 ± 0.59		4.93 ± 0.51	
HOMA-IR	M	1.73 ± 0.30		1.50 ± 0.18		1.84 ± 0.18	
	F	1.87 ± 0.32		1.45 ± 0.19		1.38 ± 0.19	
HbA1c (%)	M	5.7 ± 0.2		5.7 ± 0.2		5.5 ± 0.2	
	F	5.5 ± 0.2		5.5 ± 0.2		5.4 ± 0.2	
TC (mg/ml)	M	192.1 ± 7.2		193.0 ± 7.6		200.4 ± 8.1	
	F	228.1 ± 7.0		223.6 ± 7.4		225.7 ± 7.8	
HDL (mg/ml)	M	56.1 ± 4.5		58.9 ± 4.5		58.7 ± 3.8	
	F	69.1 ± 4.3		70.2 ± 4.3		67.0 ± 3.9	
LDL (mg/ml)	M	113.9 ± 6.6		113.8 ± 7.3		117.6 ± 7.3	
	F	135.5 ± 6.4		130.4 ± 7.0		133.1 ± 7.1	
LDL-C/HDL-C	M	2.15 ± 0.19		2.05 ± 0.18		2.15 ± 0.19	
	F	2.16 ± 0.18		2.02 ± 0.17		2.11 ± 0.19	
TG (mg/ml)	M	101.0 ± 10.6		108.0 ± 10.2		118.9 ± 12.8	
	F	104.1 ± 10.3		106.6 ± 9.9		107.9 ± 12.5	

Values are means ± SE. M : Male (n = 16), F : Female (n = 17); GLU : glucose ; IRI : insulin ; HOMA-IR : homeostasis model assessment of insulin resistance ; TC : total cholesterol ; HDL-C : High-density lipoprotein ; LDL-C : low-density lipoprotein ; TG : triglyceride.

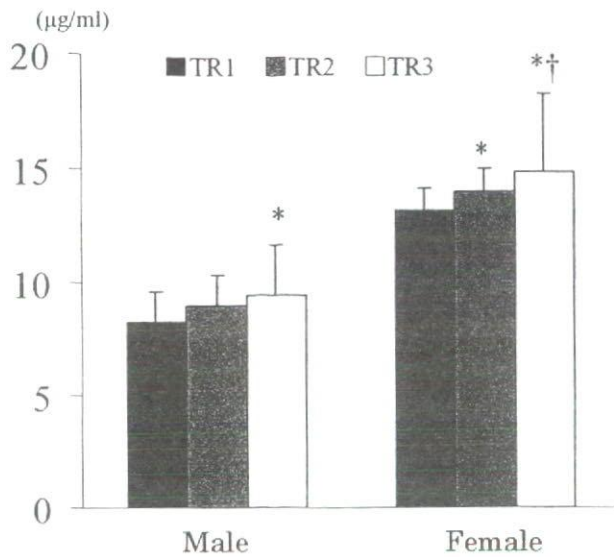


Figure 4. Changes in plasma adiponectin levels. Values are means \pm SE. * $p < 0.05$ vs. TR1; † $p < 0.05$ vs. TR2.

意差は無かったものの、腹膜上の脂肪厚については有意な減少が確認されたことを報告している。本研究では女性で内臓脂肪面積に有意な減少は認められなかったが、Hunter たち²³⁾は61~77歳の男女に対する25週間の筋力トレーニングを行い、CT上の内臓脂肪面積に有意な減少が認められたのはむしろ女性のみであったことを報告している。このように結果の相違がみられた要因として、本研究に参加した女性の平均年齢が74歳(63~90歳)と高く、約7割が脊椎あるいは下肢関節に変形性の疾患を有しており、17名中9名が介護認定を受けている状況であったこと、脚伸展筋力の改善が男性に比べ顕著ではなかったことなどが体力向上の結果として期待される身体活動量の増加に伴う体組成の変化が男性に比べ顕著ではなかった可能性がある。

血液検査データからは糖・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、経口血糖降下薬5名、高血圧治療薬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と考えられる。

血中アディポネクチン濃度は男女共にTR1からTR3の期間で増加する傾向が見られた。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²⁴⁾、一致した結果は得られておらず、さらに高齢者を対象者として筋力トレーニングを運

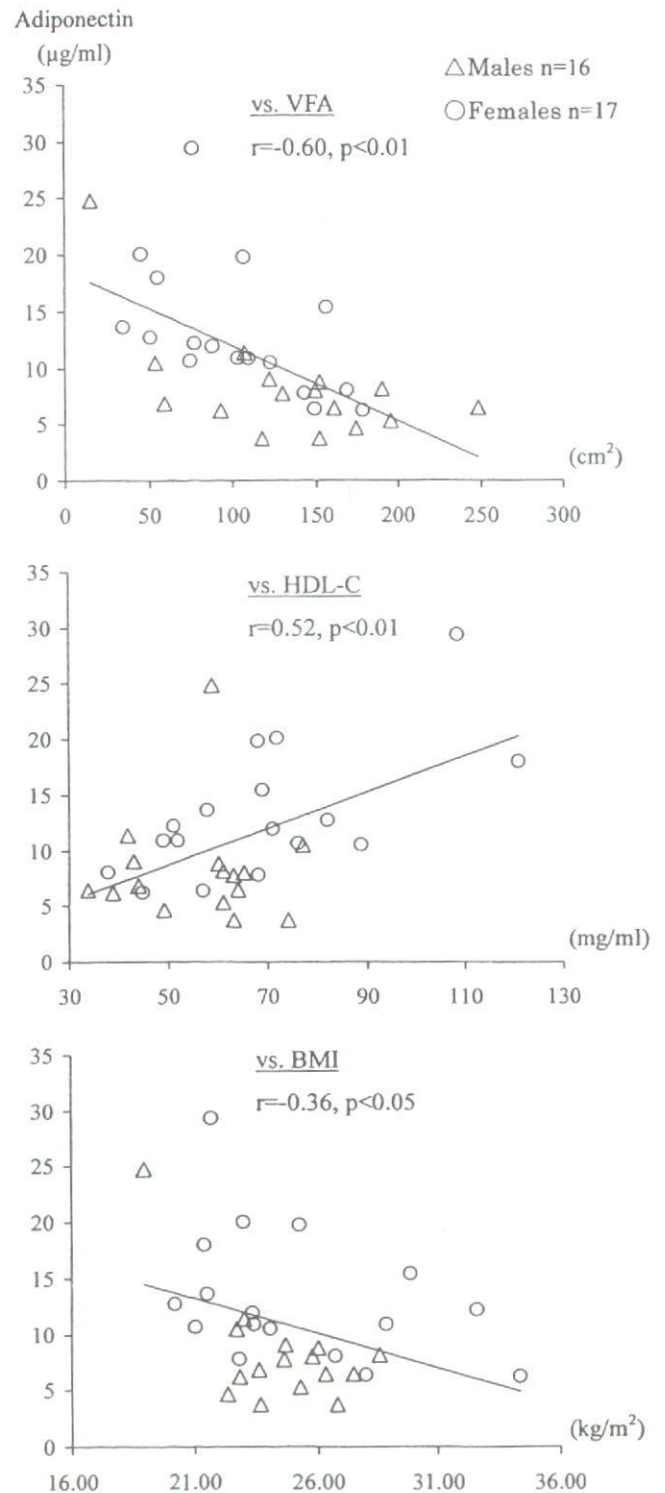


Figure 5. Correlations between plasma adiponectin levels and VFA, HDL-C and BMI at TR1.

動様式に用いている研究は極めて少ない。Ahmadi-zad たち²⁵⁾は、35~48歳の男性を50~60%1RMの運動強度で11種目の筋力トレーニングを30秒間の休息を挟んで行うサーキット形式の筋力トレーニング群、持久的運動群(共に週3回の頻度で運動)と運動

をしない対照群の3群に分け12週間後の血清アディポネクチン濃度の推移を比較している。その結果、運動の様式に関わらず、いずれの運動実施群においてもインスリン抵抗性の改善がみられたものの、アディポネクチンの値にはいずれの群においても有意な変化は見られなかったと報告している。Fatouros たち¹⁸⁾は、運動を定期的実施していない65~78歳の高齢男性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。運動強度と群分けは1RMの45~50% (Low 群), 60~65% (Mid 群), 80~85% (High 群)の各3群として、24週間の運動実施後、さらに終了した24週間後のデイ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 ($7.79 \pm 1.4 \mu\text{g/ml} \rightarrow 9.48 \pm 1.1 \mu\text{g/ml}$), High 群 ($7.04 \pm 1.6 \mu\text{g/ml} \rightarrow 11.36 \pm 1.6 \mu\text{g/ml}$)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 ($10.39 \pm 1.8 \mu\text{g/ml}$)のみであった事を報告している。本研究ではTR1-TR2間の最初の1ヶ月間の導入期トレーニング経過後、筋力トレーニングの運動強度を1RMまたは10RMを測定した上で筋力向上を目指した60%の負荷に設定し、随時負荷の見直しを行った。よって、本研究でTR1-TR3間に見られたアディポネクチン値の有意な上昇は、Fatouros たち¹⁸⁾の報告と一致しており、さらに本研究で対象とした女性や介護認定に該当する体力レベルの高齢者においても同様の効果が得られる可能性が示唆された。

多面的作用を有すると考えられているアディポネクチンに関する詳細な機序は明確にはされていないが、血管内皮細胞に対して機能的、および器質的に働きかけて抗動脈硬化作用や血管拡張作用をもたらすことが報告されている^{11,26)}。筋力トレーニングは、介護予防の領域だけではなく動脈硬化性疾患の1次予防、あるいは心臓リハビリテーションの分野でもウォーキング等をはじめとした有酸素的な運動と共に運動療法の柱として位置づけられている^{27,28)}。しかしながら、Miyachi たち²⁹⁾は、平均年齢22歳の若年者に対して4週間の筋力トレーニングを行った結果、中心動脈および頸動脈の伸展性や弾性を有意に低下させる事を報告しており、このことは筋力トレーニングが加齢に伴う動脈硬化の進展を助長

させることにつながることを示唆している。一方、筋力トレーニングにより動脈ステイフネスは高まるが、寒冷刺激に対する血管拡張反応には影響がみられず³⁰⁾、筋力トレーニングに加え持久的な運動を加えることで頸動脈のコンプライアンスの低下が抑制されることも報告されている³¹⁾。高齢者に対する筋力トレーニングが心血管の機能的および器質的な影響については、その長期的な影響も含めて、より詳細に検討をする必要がある。

本研究の限界点としては対照群を設けなかったことによる介入以外の要因による影響が除外できないことである。特に血中アディポネクチン濃度は、腎機能³²⁾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。さらに、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 $8.44 \pm 4.66 \mu\text{g/ml}$ で、70歳未満の値 ($5.69 \pm 2.66 \mu\text{g/ml}$) と比較して有意に高かったことが報告されており³³⁾、本研究での6ヶ月間の観察期間に見られた増加は、加齢の影響も否定できない。しかしながら、磯部たち³³⁾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るため、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。

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持続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。

(受理日 平成20年3月24日)

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)
- 2) Baumgartner, R. N., Wayne, S. J., Waters, D. L., Janssen, I., Gallagher, D., Morley, J. E. Sarcopenic obesity predicts instrumental activities of daily living disability in the elderly. *Obes. Res.*, (2004), **12**, 1995-2004.
- 3) Blaum, C. S., Xue, Q. L., Michelon, E., Semba, R. D., Fried, L. P. The association between obesity and the frailty syndrome in older women: the women's health and aging studies. *J. Am. Geriatr. Soc.*, (2005), **53**, 927-934.
- 4) Wannamethee, S. G., Shaper, A. G., Whincup, P. H., Walker, M. Overweight and obesity and the burden of disease and disability in elderly men. *Int. J. Obes.*, (2004), **28**, 1374-1382.
- 5) Nair, K. S. Aging muscle. *Am. J. Clin. Nutr.*, (2005), **81**, 953-963.
- 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. *臨床栄養*, (2004), **104**, 665-675.
- 7) 稲葉康子, 大淵修一, 新井武志, 後藤寛司. 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*, (2006), **43**, 368-374.
- 8) Yu, Y-H., Ginsberg, H. N. Adipocyte signaling and lipid homeostasis: sequelae of insulin resistant adipose tissue. *Circ. Res.*, (2005), **96**, 1042-1052.
- 9) Kadowaki, T., Yamauchi, T., Kubota, N., Hara, K., Ueki, K., Tobe, K. Adiponectin and adiponectin receptors in insulin resistance, diabetes, and the metabolic syndrome. *J. Clin. Invest.*, (2006), **116**, 1784-1792.
- 10) Ryan, A. S., Berman, D. M., Nicklas, B. J., Sinha, M., Gingerich, R. L., Meneilly, G. S., Egan, J. M., Elahi, D. Plasma adiponectin and leptin levels, body composition, and glucose utilization in adult women with wide ranges of age and obesity. *Diabetes Care.*, (2003), **26**, 2383-2388.
- 11) Goldstein, B. J., & Scalia, R. Adiponectin: A novel adipokine linking adipocytes and vascular function. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, (2004), **89**, 2563-2568.
- 12) Boudou, P., Sobngwi, E., Mauvais-Jarvis, F., Vexiau, P., Gautier JF. Absence of exercise-induced variations in adiponectin levels despite decreased abdominal adiposity and improved insulin sensitivity in type 2 diabetic men. *Eur. J. Endocrinol.*, (2003), **149**, 421-424.
- 13) Yokoyama, H., Emoto, M., Araki, T., Fujiwara, S., Motoyama, K., Morioka, T., Koyama, H., Shoji, T., Okuno, Y., Nishizawa, Y. Effect of aerobic exercise on plasma adiponectin levels and insulin resistance in type 2 diabetes. *Diabetes Care.*, (2004), **27**, 1756-1758.
- 14) Marcell, T. J., McAuley, K. A., Traustadottir, T., Reaven, P. D. Exercise training is not associated with improved levels of C-reactive protein or adiponectin. *Metabolism.*, (2005), **54**: 533-541.
- 15) O'Leary, V. B., Marchetti, C. M., Krishnan, R. K., Stetzer, B. P., Gonzalez, F., Kirwan, J. P. Exercise-induced reversal of insulin resistance in obese elderly is associated with reduced visceral fat. *J. Appl. Physiol.*, (2006), **100**, 1584-1589.
- 16) Kondo, T., Kobayashi, I., Murakami, M. Effect of exercise on circulating adipokine levels in obese young women. *Endocr. J.*, (2006), **53**, 189-195.
- 17) Bluher, M., Bullen, J. W. Jr., Lee, J. H., Kralisch, S., Fasshauer, M., Klötting, N., Niebauer, J., Schön, M. R., Williams, C. J., Mantzoros, C. S. 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.*, (2006), **91**, 2310-2316.
- 18) Fatouros, I. G., Tournis, S., Leontsini, D., Jamurtas, A. Z., Sxina, M., Thomakos, P., Manousaki, M., Douroudos, I., Taxildaris, K., Mitrakou, A. Leptin and adiponectin responses in overweight inactive elderly following resistance training and detraining are intensity related. *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, (2005), **90**, 5970-5977.
- 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).
- 20) Jensen, M. D., Kanaley, J. A., Reed, J. E., Sheedy, P. F. Measurement of abdominal and visceral fat with computed tomography and dual-energy x-ray absorptiometry. *Am. J. Clin. Nutr.*, (1995), **61**, 274-278.
- 21) 衣笠 隆, 芳賀脩光, 江崎和希, 杉浦美穂, 勝村俊仁, 大野秀樹. 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*, (2005), **12**, 63-73.
- 22) Tsuzuku, S., Kajioka, T., Endo, H., Abbott, R. D., Curb, J. D., Yano, K. Favorable effects of non-instrumental resistance training on fat distribution and metabolic profiles in healthy elderly people. *Eur. J. Appl. Physiol.*, (2007), **99**, 549-555.
- 23) Hunter, G. R., Bryan, D. R., Wetzstein, C. J., Zuckerman, P. A., Bamman, M. M. Resistance training and intra-abdominal adipose tissue in older men and women. *Med. Sci. Sports. Exerc.*, (2002), **34**, 1023-1028.
- 24) Simpson, K. A. & Singh, M. A. Effects of exercise on adiponectin: a systematic review. *Obesity (Silver Spring)*, (2008), **16**, 241-256.
- 25) Ahmadizad, S., Haghghi, A. H., Hamedinia, M. R. Effects of resistance versus endurance training on serum adiponectin and insulin resistance index. *Eur. J. Endocrinol.*, (2007), **157**, 625-631.
- 26) 前田和久, 下村伊一郎. 動脈硬化巣やその形成過程に働く生理活性物質と病態 アディポネクチン. *医学*

- のあゆみ, (2007), **221**, 1204-1208.
- 27) Balady, G. J., Williams, M. A., Ades, P. A., Bittner, V., Comoss, P., Foody, J. M., Franklin, B., Sanderson, B., Southard, D ; American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology ; American Heart Association Council on Cardiovascular Nursing ; American Heart Association Council on Epidemiology and Prevention ; American Heart Association Council on Nutrition, Physical Activity, and Metabolism ; American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. Core components of cardiac rehabilitation/secondary prevention programs : 2007 update : a scientific statement from the American Heart Association Exercise, Cardiac Rehabilitation, and Prevention Committee, the Council on Clinical Cardiology ; the Councils on Cardiovascular Nursing, Epidemiology and Prevention, and Nutrition, Physical Activity, and Metabolism ; and the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation. *Circulation.*, (2007), **115**, 2675-2682.
- 28) Nelson, M.E., Rejeski, W.J., Blair, S.N., Duncan, P.W., Judge, J.O., King, A.C., Macera, C.A., Castaneda-Sceppa, C. ; American College of Sports Medicine ; American Heart Association. Physical activity and public health in older adults : recommendation from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.*, (2007), **116**, 1094-1105.
- 29) Miyachi, M., Kawano, H., Sugawara, J., Takahashi, K., Hayashi, K., Yamazaki, K., Tabata, I., Tanaka, H. Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance : a randomized intervention study. *Circulation.*, (2004), **110**, 2858-2863.
- 30) Kawano, H., Tanimoto, M., Yamamoto, K., Sanada, K., Gando, Y., Tabata, I., Higuchi, M., Miyachi, M. Resistance training in men is associated with increased arterial stiffness and blood pressure but does not adversely affect endothelial function as measured by arterial reactivity to the cold pressor test. *Exp. Physiol.*, (2008), **93**, 296-302.
- 31) Kawano, H., Tanaka, H., Miyachi, M. Resistance training and arterial compliance : keeping the benefits while minimizing the stiffening. *J. Hypertens.*, (2006), **24**, 1753-1759.
- 32) Isobe, T., Saitoh, S., Takagi, S., Takeuchi, H., Chiba, Y., Katoh, N., Shimamoto, K. Influence of gender, age and renal function on plasma adiponectin level : the Tanno and Sobetsu study. *Eur. J. Endocrinol.*, (2006), **153**, 91-98.
- 33) 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*, (2004), **41**, 328-333.