

の行動変容ステージに応じて漸増させていくよう配慮した。毎日の歩数や身体活動量を、体重やその日の出来事などとともに日誌に記録し、各個人の目標が達成されたか否かについて日々確認させた。一月に一度、日誌を指導者が確認し、目標の達成度に応じて、コメントや新しい歩数や活動量の目標を記入して返却すると共に、3ヶ月に一度20分程度の個人面接と集団運動指導を実施し、身体活動量増加の妨げとなるような因子について聞き取り、行動変容理論に基づいて、阻害要因を取り除くための相談を行った。

すべての被験者の体重、腹囲、血圧などを介入前後に測定した。

<統計>

すべての測定値は平均値と標準偏差で表した。介入前後の各群の変化は繰り返し測定を伴う二元配置分散分析で検定した。相互作用に有意差が観察された項目の介入期間前後の値の差を Student Newman-Keuls 法で後分析した。さらに、各測定項目間の介入期間の前後での変化量の関係を相関分析、回帰分析で検討した。すべての統計分析の有意水準は危険率5%未満とした。

C. 研究結果

被験者のベースラインにおける身体特性を表1に示した。男女間で年齢やBMIには差がなかったが、身長と体重と腹囲は男性の方が大きかった。血圧、血糖値、血中脂質には有意差が見られなかった。A群とB群との間にすべての測定項目で有意差は見られなかった。ベースラインにおける身体活動の状況は表2に示した。歩数、体重あたりの身体活動量ともに男女差、A群とB群との差は見られなかった。

A群において、1年間の介入により体重は4.5kg、腹囲は4.1cm、収縮期血圧は6mmHg有意に減少した。その他のメタボリックシンド

ロームに関連する指標については改善する傾向が見られたが、統計的には有意ではなかった。

歩数は1年間の介入期間全体の平均値で1428歩、介入開始12ヶ月後の2週間の平均が1597歩、ベースラインの値よりも増加した。体重当たりの身体活動量は1年間の介入期間全体の平均値で0.7METs・時/日、介入開始12ヶ月後の2週間の平均が0.8METs・時/日、ベースラインの値よりも増加した。これらの増加量は、研究開始時に目標とした+3000歩や+1.4 METs・時/日の約半分程度に相当した。

B群に関しては、すべての測定項目に関して1年間の介入期間前後で有意さは見られなかった。

227名すべての被験者の1年間の介入期間前後における各測定項目の変化量について検討したところ、歩数と体重当たりの身体活動量の変化量が、体重、腹囲、血圧の変化量との間に有意な負の相関関係が見られた(表3)。

D. 考察

本研究の主な知見は以下の通り。1) ベースライン時における男女あわせた平均歩数は7815歩で男女差はなかった。体重で補正された身体活動によるエネルギー消費量は平均3.1METs時/日で男女差はなかった。これらの値は健康づくりのための運動基準2006で示された身体活動量の基準である3.3METs時/日よりむしろ少なかつた。2) A群は1年間の介入期間を通して、歩数で1600歩、活動量で0.8METs・時/日増加したが、B群ではこのような増加は見られなかった。このA群の増加量は、我々が目指した介入目標である一日あたり3000歩、1.4METs・時の増加の約半分程度に相当した。3) A群において1年間の介入により、体重、腹囲、収縮期血圧が有意に減少した。B群ではこれらの変化は見られなかった。4) 1年間の介入期間におけ

る歩数や身体活動量の変化量と体重・腹囲・収縮期血圧の変化量との間には、中程度 ($r=0.5-0.6$) の有意な負の相関関係が観察された。身体活動量の増加量が体重や腹囲の改善に部分的に寄与することが示唆された。以上の結果から、本研究で行われた1年間の減量プログラムは、参加者の身体活動量を増加させることに有効で、それが肥満や高血圧の改善に部分的に寄与することが示唆された。

本研究では健康運動指導士による身体活動指導に加えて、管理栄養士による食事指導が実施された。食事指導の成果については本研究の分担研究者の食事頻度調査 (DHQ) の結果報告に譲るが、食事によるエネルギー摂取量がA群で見られた体重約5kgの減少に寄与していることは間違いない。約5kgの体重減少が脂肪組織重量の減少のみに依存するとすると、 $7000\text{kcal} \times 4.5\text{kg} = 31500\text{kcal}$ のエネルギーバランスの修正が必要である。A群の一年間の身体活動によるエネルギー摂取量の増加の総量は、 $47\text{kcal}/\text{日} \times 365\text{日} = 17155\text{kcal}$ に相当しエネルギーバランスの54%を占める。残りの14345kcalは食事によるエネルギー摂取量の減少に依存していると考えられる。

E. 結論

ベースライン時における男女あわせた平均歩数は7815歩で男女差はなかった。体重で補正された身体活動によるエネルギー消費量は平均3.1METs時/日で男女差はなかった。A群は1年間の介入期間を通して、歩数で1500歩、活動量で0.8METs・時/日増加したが、B群ではこのような増加は見られなかった。このA群の増加量は、我々が目指した介入目標である一日あたり3000歩、1.4METs・時の増加の約半分程度に相当した。A群において1年間の介入により、体重、腹囲、収縮期血圧が有意に減少した。B群ではこれらの変化は見られなかった。1年間の介入期間における

歩数や身体活動量の変化量と体重・腹囲・収縮期血圧の変化量との間には、中程度 ($r=0.5-0.6$) の有意な負の相関関係が観察された。以上の結果から、以上の結果から、SCOPで行われた行動変容理論を用いた減量プログラムは、参加者の身体活動量を増加させることに有効で、それが肥満や高血圧の改善に部分的に寄与することが示唆された。

F. 研究発表

1. 論文発表

- The use of uniaxial accelerometer to assess physical-activity-related energy expenditure in obese men and women: Saku control obesity program (SCOP). Miyachi M, Omori Y, et al. *Anti-Aging Med.* 5(1): 1-5, 2008.
- 高血圧症、特集 生活習慣病の発症機序と身体活動・運動宮地元彦、家光素行、村上晴香: *体育の科学*: 57(12): 881-887, 2007.
- HDLコレステロールをアップさせる運動療法、家光素行、宮地元彦: *食生活*: 101(10): 30-36, 2007.
- 「エクササイズガイド2006」から知る生活習慣病予防の運動科学、宮地元彦: *健康増進プログラム: コーチング・クリニック*: 2007(8): 22-26, 2007

2. 学会発表

- Absence of Age-Related Increases in the Risk of Lifestyle-Related Diseases in Male Rowers. Sanada K, Miyachi M, Usui C, Miyatani M, Kawano H, Tabata I, Higuchi M: *American College of Sports Medicine 53rd Annual Meeting*: 2006.6.2: Denver, Colorado
- 地域での健康増進をバックアップ — 特定健診・保健指導に焦点をあてて—、特定保健指導における標準的な運動・身体活動支援、宮地元彦: 第63回日本体力

医学会：2007.9.14：秋田県秋田市、ノースアジア大学

- 中高年男女を対象とした肥満関連遺伝子、身体組成、有酸素性能力とメタボリックシンドロームとの関係、真田 樹義、宮地元彦、山元 健太、村上 晴香、家光 素行、谷本道哉、河野 寛、丸藤 祐子、鈴木 克彦、田畑泉、樋口 満：健康増進プログラム：第62回日本体力医学会大会：2007.9.15：ノースアジア大学
- 中高齢者の運動習慣と動脈stiffnessの関係にナトリウム利尿ペプチド遺伝子多型が及ぼす影響、家光素行、前田清司、大槻毅、宮地元彦、久野譜也、鯨坂隆一、松田光生：健康増進プログラム：日本体育学会第58回大会：2007.9.7：神戸
- 運動を主体とした保健指導モデルがメタボリックシンドロームに及ぼす影響、松本 希、宮地元彦、高橋 康輝、安東裕美、小堀 浩志、小野寺 昇：健康増進プログラム：第62回日本体力医学会大会：2007.9.17：ノースアジア大学

G. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

表 1 介入期間前後の身体指標の変化

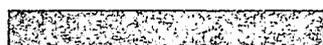
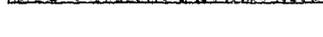
		all subject						F-value	p-value	
		pre			post					
		mean	±	SD	mean	±	SD			(n)
体重 kg	A	79.5	±	9.9	75.0	±	10.0	116	81.884	0.000
	B	81.0	±	12.5	81.0	±	13.2	111		
BMI	A	30.4	±	2.8	28.7	±	3.1	116	75.638	0.000
	B	30.8	±	3.4	30.7	±	3.7	111		
腹囲	A	101.8	±	7.5	97.7	±	8.8	116	68.000	0.000
	B	102.8	±	8.8	103.3	±	8.9	111		
体脂肪%	A	34.1	±	7.3	32.2	±	7.5	115	16.806	0.000
	B	35.5	±	8.0	35.7	±	8.1	111		
皮下脂肪面積 cm ²	A	292	±	89	254	±	84.8	116	29.080	0.000
	B	293	±	113	281	±	100.4	111		
内臓脂肪面積 cm ²	A	139	±	48	114	±	43.6	116	26.778	0.000
	B	147	±	50	142	±	48.4	111		
全体脂肪面積 cm ²	A	431	±	98	368	±	95.7	116	37.950	0.000
	B	440	±	131	423	±	110.3	111		
SBP	A	132	±	16	126	±	16	114	5.070	0.025
	B	136	±	18	135	±	18	107		
DBP	A	81	±	13	79	±	11	114	2.872	0.092
	B	84	±	12	85	±	13	107		
T-cho	A	209	±	33	208	±	31	116	0.681	0.410
	B	213	±	36	209	±	34	111		
HDL-cho	A	52	±	12	54	±	13	116	26.125	0.000
	B	54	±	10	51	±	11	111		
LDL-cho	A	127	±	30	128	±	28	115	0.177	0.675
	B	127	±	32	126	±	29	106		
TG	A	150	±	82	132	±	66	116	0.587	0.444
	B	176	±	119	165	±	84	111		
FBS	A	111	±	28	109	±	30	116	1.480	0.225
	B	113	±	23	115	±	22	111		
HbA1c	A	5.8	±	1.1	5.5	±	0.9	116	0.983	0.322
	B	6.0	±	1.1	5.8	±	0.9	111		



: NS
 : p<0.05
 : p<0.01

表2 介入期間における身体活動の変化

		all subject						(n)	F-value	p-value
		pre			post					
		mean	±	SD	mean	±	SD			
歩数	A	7558	±	2973	9155	±	3704	110	16.153	0.000
	B	8258	±	3474	8548	±	3392			
運動量(体重補正後)kcal	A	243	±	101	290	±	119	110	9.032	0.003
	B	273	±	126	285	±	132			
Mets・時	A	3.0	±	1.3	3.8	±	1.7	110	19.150	0.000
	B	3.3	±	1.5	3.4	±	1.5			
ゆっくり歩行の割合%	A	77.2	±	12.6	71.3	±	14.1	110	22.397	0.000
	B	76.9	±	12.3	77.4	±	9.9			
速歩の割合%	A	21.8	±	12.3	26.9	±	14.0	110	20.571	0.000
	B	21.3	±	9.8	21.3	±	9.5			
ジョギングの割合%	A	1.0	±	1.3	1.8	±	2.7	110	5.101	0.025
	B	1.1	±	1.4	1.2	±	1.7			

 : p<0.05
 : p<0.01

体重変化量と腹囲変化量との関連

分担研究者 宮武伸行
(岡山県南部健康づくりセンター)

研究協力者 沼田健之、西河英隆、国橋由美子、田中晶子、斉藤剛、松本純子
(岡山県南部健康づくりセンター)

日本肥満学会ではメタボリックシンドロームの予防、改善のため、まず3kgの減量と3cmの腹囲の減少を提唱しているが、その関連については明らかでない。今回、体重変化量と腹囲変化量との関連を検討した。対象は、岡山県南部健康づくりセンターにおいて、1年間隔で2度健康度測定を受診し、薬物治療を受けていない男性856名(39.4±12.1歳)、女性1779名(40.6±12.2歳)、合計2635名であった。測定項目は、体重、腹囲、ヒップ囲、体脂肪率であった。腹囲は臍部で計測し、体脂肪率は空気置換法(BOD POD)を用いて測定した。2回目の受診では、初回に比較して男女とも体重、腹囲、ヒップ囲、体脂肪率が有意に減少した。体重の変化量と腹囲、ヒップ囲、体脂肪率の変化量との間には、男女ともそれぞれ有意な関連が認められた。体重変化量-3kgに相当する腹囲変化量は男性-3.45cm、女性-2.83cm、また、回帰式の傾きは男性1.069、女性0.950であった。日本肥満学会の提唱と一致して、体重1kgの変化は、腹囲1cmの変化にほぼ相当した。

A. 研究目的

日本肥満学会では肥満症やメタボリックシンドロームの予防と改善には、食生活の改善と運動の増加を図り、まずは3kgの減量、3cmの腹囲の短縮を実現するサンサン運動を提唱しているが、その関連については明らかではない。今回、岡山県南部健康づくりセンター利用者を対象として、体重変化量と腹囲変化量との関連を検討した。

B. 研究方法

対象は、岡山県南部健康づくりセンターにおいて、ヘルスチェック（当センターで行う健康度測定）を1年間隔で2回受けた、薬物治療を受けていない男性856名(39.4±12.1歳)、女性1779名(40.6±12.2歳)、合計2635名であった。測定項目は、体重、腹囲、ヒップ囲、体脂肪率であった。腹囲は

両足をそろえて自然に立たせ呼気時臍部で計測し、ヒップ囲は大転子点あたりで、側方への最突出部、臀部最後方突出部および恥骨部を通る周径を計測した。体脂肪率は空気置換法(BOD POD)を用いて計測した。

結果は、平均値±標準偏差で表し、有意差検定は対応のあるt検定、相関関係はピアソンの相関係数を用い、5%未満を有意とした。

C. D. 研究結果と考察

初回測定時と比較して、1年後の2回目測定時には男女とも体重、腹囲、ヒップ囲、体脂肪率が有意に減少した(表1)。また、体重の変化量と腹囲、ヒップ囲、体脂肪率の変化量との間には、男女ともそれぞれ有意な関連が認められた(表2)。体重の変化量と腹囲変化量との回帰式は男性

$y=1.069x-0.243$ (図1)、女性 $y=0.950x+0.018$ (図2) であり、体重-3kg に相当する腹囲変化量は男性-3.45cm、女性-2.83cmであった。

また、腹囲男性85cm以上、女性90cm以上の対象者で検討した結果でも、体重の変化量と腹囲変化量との回帰式は男性 $y=1.043x-0.815$ 、女性 $y=0.975x-0.698$ であり、有意な関連が認められ、体重-3cmに相当する腹囲変化量は男性-2.77cm、女性-2.72cmであった。

(表1) 対象者の計測項目とその変化

	前	後	p
全体	2635		
症例数	2635		
年齢	40.2 ± 12.2		
体重(kg)	60.1 ± 12.0	59.7 ± 11.9	<0.0001
腹囲(cm)	74.9 ± 10.7	74.5 ± 10.5	<0.0001
ヒップ囲(cm)	92.1 ± 6.0	91.8 ± 5.9	<0.0001
体脂肪率(%)	28.1 ± 7.3	27.4 ± 7.4	<0.0001
男性	856		
症例数	856		
年齢	39.4 ± 12.1		
体重(kg)	70.4 ± 11.0	70.1 ± 11.1	0.0015
腹囲(cm)	83.1 ± 9.6	82.4 ± 9.5	<0.0001
ヒップ囲(cm)	94.3 ± 5.8	94.1 ± 5.7	0.0020
体脂肪率(%)	23.6 ± 6.6	22.8 ± 6.6	<0.0001
女性	1779		
症例数	1779		
年齢	40.6 ± 12.2		
体重(kg)	55.1 ± 5.6	54.7 ± 5.6	<0.0001
腹囲(cm)	71.0 ± 8.7	70.6 ± 8.7	0.0001
ヒップ囲(cm)	91.0 ± 5.7	90.7 ± 5.7	<0.0001
体脂肪率(%)	30.2 ± 6.6	29.6 ± 6.7	<0.0001
	平均値 ± 標準偏差		

(表2) 体重変化量と各計測における変化量との関連

	r	p	回帰式
全体			
腹囲変化量(cm)	0.734	<0.0001	$y=1.002x-0.062$
ヒップ囲変化量(cm)	0.739	<0.0001	$y=0.667x-0.038$
体脂肪率変化量(%)	0.670	<0.0001	$y=-0.764x-0.403$
男性			
腹囲変化量(cm)	0.794	<0.0001	$y=1.069x-0.243$
ヒップ囲変化量(cm)	0.742	<0.0001	$y=0.557x-0.066$
体脂肪率変化量(%)	0.699	<0.0001	$y=-0.767x-0.425$
女性			
腹囲変化量(cm)	0.689	<0.0001	$y=0.950x+0.018$
ヒップ囲変化量(cm)	0.749	<0.0001	$y=0.752x-0.012$
体脂肪率変化量(%)	0.649	<0.0001	$y=-0.761x-0.392$

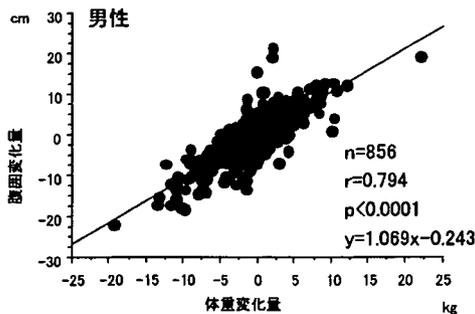
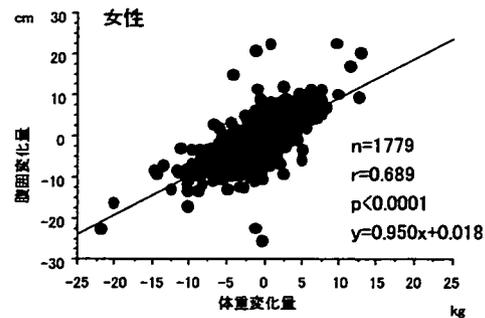


図1 体重変化量と腹囲変化量との関連(男性)



(図2) 体重変化量と腹囲変化量との関連(女性)

E. 考察

現在、わが国では、メタボリックシンドロームをはじめとした生活習慣病の適切な予防、改善法に注目が集まっている。以前、当センターにおけるメタボリックシンドロームの頻度を検討すると、男性30.7%、女性3.6%であった。さらに、平成20年度からはメタボリックシンドロームの考えをとり入れた新しい健診、保健指導もスタートし腹囲の計測が必須となる。腹囲は腹部肥満の簡便な指標であり、生活習慣病予防の観点から腹囲を減少させることは意義深い。

日本肥満学会では、肥満症、メタボリックシンドローム予防、改善のため、まずは体重3kg、腹囲3cmの減少を提案しており、運動指針(エクササイズガイド)2006の中でも体重1kg(7000kcal)は、腹囲1cmに相当すると記載されている。しかし、日本人における体重変化量と腹囲変化量に関する検討は十分ではない。

以前、当センターで行なった男性肥満者に対する1年間の運動プログラム(1回90分、週1回で食事のアドバイスは特に行なわず、運動中心の介入)を用いた検討では、体重3.3kgの減少が腹囲4.2cmの減少に相当した。今回1年間隔で2度健康度測定を受診し、生活習慣病などで薬物療法を受けていない男性856名、女性1779名で、体重変化量と腹囲変化量との関連を検討すると、回帰式の傾きは男性1.069、女性0.950となり体重変化量1kgは腹囲変化量1cmにほぼ相当した。

今回の検討ではいくつかの問題点も残る。体重変化量と腹囲変化量との関連は検討したが、メタボリックシンドローム予防、改善のための体重変化量、腹囲変化量のカットオフ値は検討できなかった。内臓脂肪面積の測定を行なっておらず、今後は、腹部CTを用いた内臓脂肪面積の直接計測も必要であろう。

以上、当センター利用者を対象とした1年間の体重変化量と腹囲変化量との関連を検討した結果、体重変化量1kgは腹囲変化量1cmにほぼ相当した。今後はメタボリックシンドロームの予防、改善のためのさらなる介入研究が必要である。

F. 健康危険情報

問題なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

Nobuyuki Miyatake, Sumiko
Matsumoto, Motohiko Miyachi,
Masafumi Fujii, Takeyuki Numata :
Relationship between changes in body
weight and waist circumference in

Japanese. Environmental Health and
Preventive Medicine12: 220-223,
2007

2. 学会発表

宮武伸行、沼田健之：体重変化量と
ウエスト囲変化量との関連、第96回日
本内科学会中国地方会、2007年5月19

宮武伸行、沼田健之：体重変化量と
腹囲変化量との関連、第5回日本予防
医学会学術総会、2007年11月24日

田中晶子、宮武伸行、松本純子、西
河英隆、沼田健之：岡山県南部健康づ
くりセンターにおける体重変化量とウ
エスト囲変化量との関連、第14回岡山
県保健福祉学会、2008年1月31日

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

日本人女性の骨格筋量と骨量、骨密度との関係：

骨格筋量あたりの骨量は加齢によって変化するか？

分担研究者 樋口満（早稲田大学スポーツ科学学術院）

研究協力者 真田樹義（早稲田大学生命医療工学研究所）

本研究は、日本人女性を対象に超音波法によって推定した骨格筋量と DXA 法によって得られた骨量、骨密度との関係について検討し、骨格筋量あたりの骨量が加齢によって変化するかどうかについて横断的に調査した。その結果、全身および腕、体幹、脚部の骨格筋量は、各部位の骨量および骨密度との間に強い相関関係が認められた。また、閉経後中年女性および高齢女性における骨量、骨密度は、若年女性よりも有意に低い値が示された。全身および各部位における骨格筋量あたりの骨量は、腕および体幹部で加齢による有意な低下が認められたが、全身および脚部では閉経後中年女性と高齢女性との間に有意な違いは認められなかった。本研究の結果から、骨格筋量あたりの骨量の加齢低下は、部位や閉経経過年数によって違いが認められ、特に中年期から高齢期にかけての女性の場合は、脚部の骨格筋量と骨量の変化が一致し、この時期における脚部の骨格筋量の維持が骨量減少の予防に重要であることが示唆された。

A. 研究目的

高齢者における骨折は、骨密度の低下と転倒リスクの増加に関連している。これらは、いずれも加齢による骨格筋量の低下が引き起こす、脚部や体幹部の筋力低下との関連が推察される。これまでの筋量と骨量、骨密度との関連に関する研究は数多くなされているが、測定部位が限定された報告が多く、全身と局所を同時に評価した研究は非常に少ない。また、全身と局所の骨格筋量あたりの骨量が加齢によって変化するかどうかについては明らかではない。そこで本研究は、日本人女性を対象に超音波法によって推定した全身および局所の骨格筋量と DXA 法によって得られた骨量、骨密度との関係について検討することを目的とした。

B. 研究方法

本研究は、独）国立健康・栄養研究所における「健康づくりのための運動基準策定に関わるコホート」を使用した。被験者らは本研究開始時点で全員自立した日常生活を送っており、心臓病など重篤な疾患を有しない成人女性 138 名（20～76 歳、若年群 23.7±0.5 歳、閉経後中年群 58.3±0.6 歳、閉経後高齢群 70.3±0.6 歳）であった。測定項目は、形態計測（身長、体重、BMI、ウエスト囲）、超音波筋組織厚（全身 9 部位）、血液生化学（オステオカルシン、エストラジオール）、質問紙による簡易身体活動量調査（NASA/JSC）、最大酸素摂取量、体組成（DXA 法）、握力及び脚伸展パワーであった。骨格筋量は、Sanada ら（2007）の式を用いて、全身の超音波筋組織厚と身長から推定した。

C. D. 結果

被験者の身体的特性を表1に示した。体重および体脂肪率は、中年群と高齢群との間に有意な差が認められた ($P < 0.05$)。

Table 1. Physical characteristics of subjects. Data are presented as means \pm SEM. BMI, body mass index; VO_{2peak} , peak oxygen uptake

	Young (n = 61)	Middle (n = 49)	Old (n = 28)
Age (yrs)	23.7 \pm 0.5	58.3 \pm 0.6 *	70.3 \pm 0.7 * †
Age at menopause (yrs)		50.0 \pm 0.6	50.1 \pm 0.9
Years since menopause (years)		8.3 \pm 0.7	20.2 \pm 1.1 †
Serum estradiol (pg.ml ⁻¹)	86.4 \pm 8.2	11.4 \pm 0.3 *	11.8 \pm 0.4 *
Osteocalcin (pg.ml ⁻¹)	5.47 \pm 0.3	9.7 \pm 0.4 *	9.9 \pm 0.6 *
Body mass (kg)	51.8 \pm 0.7	55.4 \pm 1.0 *	52.6 \pm 1.0 †
BMI (kg.m ⁻²)	20.2 \pm 0.2	23.3 \pm 0.4 *	22.6 \pm 0.5 *
Percent body fat (%)	24.6 \pm 0.6	31.2 \pm 0.9 *	30.3 \pm 0.7 *
VO_{2peak} (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	33.8 \pm 0.7	29.3 \pm 0.7 *	24.6 \pm 0.8 * †
Handgrip strength (kg)	28.9 \pm 0.7	27.2 \pm 0.6	23.4 \pm 0.7 * †
Leg extension power (W.kg ⁻¹)	17.3 \pm 0.6	13.8 \pm 0.5 *	12.5 \pm 0.7 *
Physical activity scale	4.2 \pm 0.2	4.7 \pm 0.2	4.2 \pm 0.3

* Significantly different from young, $P < 0.05$.

† Significantly different from middle-aged, $P < 0.05$.

NASA/JSCによって評価した身体活動量は各群に違いは認められなかった。女性ホルモンの活性を示すエストラジオールおよび骨代謝マーカーであるオステオカルシンは、中年群、高齢群ともに若年群との間に有意な差が認められた ($P < 0.05$)。脚伸展パワーおよび最大酸素摂取量は、中年群、高齢群ともに若年群よりも有意に低い値を示した ($P < 0.05$)。

Table 2. Skeletal muscle (SM) mass estimated by ultrasound and lean soft tissue mass (LSTM) and fat mass measured by DXA. Data are presented as means \pm SEM.

Variables	Body segments	Young (n = 61)	Middle (n = 49)	Old (n = 28)
SM mass (kg)	Whole body	14.3 \pm 0.3	13.7 \pm 0.3	12.0 \pm 0.4 * †
	Arm	1.4 \pm 0.0	1.4 \pm 0.0	1.3 \pm 0.0 * †
	Trunk	6.0 \pm 0.0	5.8 \pm 0.1	5.5 \pm 0.1 * †
LSTM (kg)	Leg	7.3 \pm 0.1	6.9 \pm 0.1 *	6.1 \pm 0.2 * †
	Whole body	34.3 \pm 0.5	34.1 \pm 0.5	32.4 \pm 0.6 * †
	Arm	3.2 \pm 0.1	3.2 \pm 0.1	3.1 \pm 0.1
Fat mass (kg)	Trunk	18.4 \pm 0.2	18.8 \pm 0.3	17.8 \pm 0.3 †
	Leg	12.8 \pm 0.2	12.1 \pm 0.2 *	11.6 \pm 0.3 *
	Whole body	12.8 \pm 0.4	17.4 \pm 0.7 *	16.0 \pm 0.6 * †
Fat mass (kg)	Arm	1.5 \pm 0.1	2.0 \pm 0.1 *	1.8 \pm 0.1 *
	Trunk	4.8 \pm 0.2	9.0 \pm 0.4 *	8.1 \pm 0.4 * †
	Leg	6.2 \pm 0.2	6.3 \pm 0.2	5.8 \pm 0.2

* Significantly different from young, $P < 0.05$.

† Significantly different from middle-aged, $P < 0.05$.

脚部除脂肪軟組織量および骨格筋量は、中年群、高齢群ともに若年群よりも有意に低い値を示した (表2、 $P < 0.05$)。

Table 3. Age-related differences of bone mineral density, bone mineral content and bone mineral content normalised to SM mass. The percentages were calculated the value from young vs. middle-aged and middle-aged vs. old. Data are presented as means \pm SEM. *BMD*, bone mineral density, *BMC*, bone mineral content

Variables	Body segments	Young (n = 61)	Middle (n = 49)	Old (n = 28)
BMD	Whole body	1.12 \pm 0.01 (12%)	0.99 \pm 0.01* (8%)	0.91 \pm 0.01* \dagger
	Arm	0.71 \pm 0.01 (11%)	0.63 \pm 0.01* (6%)	0.59 \pm 0.01* \dagger
(g.cm ⁻³)	L-spine	1.07 \pm 0.02 (14%)	0.92 \pm 0.02* (7%)	0.86 \pm 0.03*
	Leg	1.12 \pm 0.01 (10%)	1.01 \pm 0.01* (7%)	0.94 \pm 0.02* \dagger
BMC	Whole body	1796 \pm 47 (25%)	1350 \pm 42* (13%)	1175 \pm 39* \dagger
	Arm	238 \pm 4 (16%)	199 \pm 5* (13%)	174 \pm 5* \dagger
(g)	Trunk	551 \pm 12 (18%)	451 \pm 12* (14%)	388 \pm 11* \dagger
	Leg	741 \pm 14 (19%)	600 \pm 15* (9%)	544 \pm 16* \dagger
BMC normalised to SM mass	Whole body	127 \pm 3 (22%)	99 \pm 2* (-1%)	100 \pm 4*
	Arm	175 \pm 2 (18%)	144 \pm 3* (7%)	134 \pm 3* \dagger
(g.kg ⁻¹)	Trunk	93 \pm 2 (16%)	78 \pm 2* (9%)	71 \pm 2* \dagger
	Leg	102 \pm 2 (15%)	87 \pm 2* (-5%)	91 \pm 2*

* Significantly different from young, $P < 0.05$.

\dagger Significantly different from middle-aged, $P < 0.05$.

さらに、高齢群における脚部骨格筋量は、中年群よりも有意に低い値が示されたが ($P < 0.05$)、脚部除脂肪軟組織量にその違いは認められなかった。

表3は、各群における骨量、骨密度および骨格筋量あたりの骨量を示している。

骨量および骨密度は、中年群、高齢群ともに若年群よりも有意に低い値を示した ($P < 0.05$)。さらに、高齢群における骨量および骨密度は、中年群よりも有意に低い値が示された ($P < 0.05$)。高齢群における腕および体幹部の骨格筋量あたりの骨量は、中年群よりも有意に低い値を示した ($P < 0.05$)。しかし、全身および脚部のそれには有意な差は認められなかった。

全被験者では、全身および各部位の骨格筋量と骨量、骨密度との間に強い相関関係が認められた (図1、図2)。

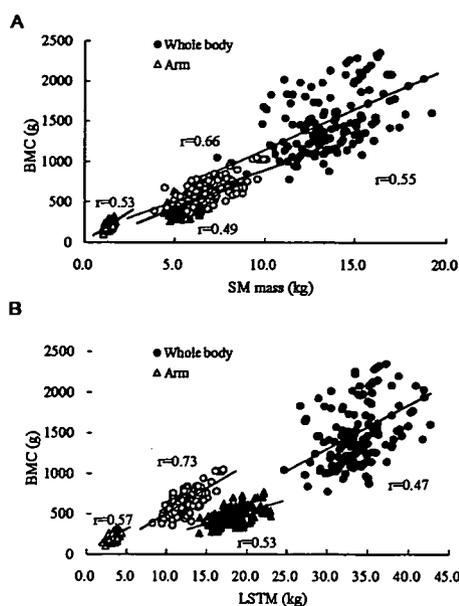


Fig. 1 Relationship between SM mass estimated by ultrasound (A) or LSTM (B) measured by DXA and bone mineral content (BMC) in all subjects ($n = 138$). Whole body and regional SM mass and LSTM were significantly correlated with BMC in all body segments ($P < 0.05$).

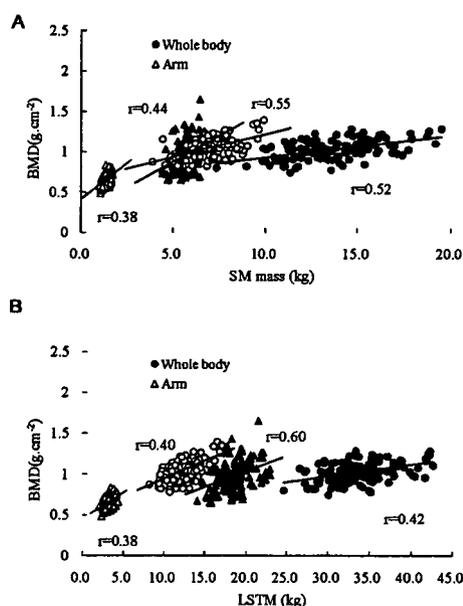


Fig. 2 Relationship between SM mass estimated by ultrasound (A) or LSTM (B) measured by DXA and bone mineral density (BMD) in all subjects ($n = 138$). Whole body and regional SM mass and LSTM were significantly correlated with BMD in all body segments ($P < 0.05$).

E. 考察

骨量、骨格筋量は、ともに加齢による低下が報告されているが、これらの相互関係については、いまだ十分には明らかではない。本研究では、中年群における骨格筋量あたりの骨量は、全身および各部位ともに低下し、同時にエストロジオールの低下と

オステオカルシンの増加も観察されることから、この加齢による差は、女性ホルモンの分泌の違いが考えられる。しかし、高齢群における全身および脚部骨格筋量あたりの骨量は、中年群との間に有意な差が認められなかった。加えて、これらの群間のエストラジオールおよびオステオカルシンに違いが認められないことから、日本人女性における中年期から高齢期にかけての骨量の低下の一部は、骨格筋量の低下が影響しているものと考えられる。これらの結果から、骨格筋量の加齢低下を食い止めることは、骨量定価の維持に重要であることが示唆される。

DXA 法では、各部位における除脂肪軟組織量を推定できるが、体幹部の骨格筋量を精度よく分離することは困難である。筆者の知る限りでは、本研究は超音波法を用いることによって、全身および腕、体幹部、および脚部骨格筋量と骨量、骨密度との関係について初めて明らかにしたといえる。その結果、超音波法による骨格筋量は、DXA 法による除脂肪軟組織量よりも骨量、骨密度との間に高い相関関係が認められた (図 1、図 2)。本研究の結果は、超音波による筋組織厚の測定によって、全身および各部位の骨量が精度よく推定できる可能性を示唆している。今後の研究の発展が期待される。

F. 健康危険情報 問題なし。

G. 研究発表

1. 論文発表

・Taishi Midorikawa, Kiyoshi Sanada, Aiko Yoshitomi, and Takashi Abe. Is the use of ultrasound-derived prediction equations for adults useful for estimating total and regional skeletal muscle mass in Japanese children? *British Journal of Nutrition*, In Press

・Tanimoto M., Sanada K., Yamamoto K., Kawano H., Gando Y., Tabata I., Ishii N., Miyachi M. Effects of whole-body low-intensity resistance training with

slow movement and tonic force generation (LST) on muscular size and strength in young men. *Journal of Strength and Conditioning Research*, In Press

・Kiyoshi Sanada, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Masae Miyatani, Tanimoto Michiya, Tae-wong Oh, Kenta Yamamoto, Chiyoko Usui, Hiroshi Kawano, Eri Takahashi, Yuko Gando, Mitsuru Higuchi. Muscle Mass and Bone Mineral indices: Does the Normalised Bone Mineral Content Differ with Age? *Eur J Clin Nutr*, In press

・Chiyoko Usui, Eri Takahashi, Yuko Gando, Kiyoshi Sanada, Jun Oka, Motohiko Miyachi, Izumi Tabata, Mitsuru Higuchi. Resting energy expenditure can be assessed by dual energy X-ray absorptiometry in women regardless of age and fitness. *Eur J Clin Nutr*, In press

・Hiroshi Kawano, Michiya Tanimoto, Kenta Yamamoto, Kiyoshi Sanada, Yuko Gando, Izumi Tabata, Mitsuru Higuchi, Motohiko Miyachi. Resistance training 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*, 93:296-302, 2008

・Usui C, Takahashi E, Gando Y, Sanada K, Oka J, Miyachi M, Tabata I and Higuchi M. Relationship between blood adipocytokines and resting energy expenditure in young and elderly women. *Journal of Nutrition Science Vitaminology*. 53:529-535, 2007

2. 学会発表

・Sanada K., Miyachi M., Iemitsu M., Murakami H., Yamamoto K., Suzuki K., and Higuchi M. Cardiorespiratory fitness and obesity genes to the metabolic syndrome in Japanese adults. The 7th Biospace

International Symposium on Human & Sport Science (Korea, 2007.12、招待講演)

・ Sanada K., Kearns C. F., Midorikawa T., Abe T. Prediction and validation of total and regional skeletal muscle mass by ultrasound and application for the field study The 7th Biospace International Symposium on Human & Sport Science (Korea, 2007.12、招待講演)

・ 河野寛、谷本道哉、山元健太、真田樹義、呉泰雄、丸藤祐子、田畑泉、樋口満、宮地元彦. 筋力トレーニング者における局所的寒冷刺激に対する頸動脈径の反応性. 第62回日本体力医学会 (2007.09、秋田)

・ 山元健太、河野寛、真田樹義、丸藤祐子、谷本道哉、呉泰雄、樋口満、田畑泉、宮地元彦. 体の柔軟性は動脈硬化と関連する. 第62回日本体力医学会 (2007.09、秋田)

・ 丸藤祐子、宮地元彦、河野寛、真田樹義、山元健太、谷本道哉、呉泰雄、宮谷昌枝、薄井澄子、高橋恵理、田畑泉、樋口満. 心配体力の高い女性では加齢による動脈硬化と左心室肥大が抑制される. 第62回日本体力医学会 (2007.09、秋田)

・ 小川貴志子、真田樹義、町田修一、奥津光晴、寺田修、鈴木克彦. 後期高齢者の筋力トレーニングによる筋肥大と血中炎症指標の関係. 第62回日本体力医学会 (2007.09、秋田)

・ 真田樹義、宮地元彦、山元健太、村上春香、家光素行、谷本道哉、河野寛、丸藤祐子、鈴木克彦、田畑泉、樋口満. 中高年男女を対象とした肥満関連遺伝子、身体組成、有酸素能力とメタボリックシンドロームとの関係. 第62回日本体力医学会 (2007.09、秋田)

・ 谷本道哉、真田樹義、山元健太、河野寛、丸藤祐子、田畑泉、宮地元彦. 筋発揮力維持法 (LST) を用いた筋力トレーニングが四肢血流量に与える影響. 第62回日本体力医学会 (2007.09、秋田)

・ 薄井澄子、高橋恵理、丸藤祐子、谷本道哉、真田樹義、宮地元彦、田畑泉、樋口満. 閉経後中高年女性の基礎代謝とアディポサイトカインの関係. 第62回日本体力医学会 (2007.09、秋田)

・ 川口竜二、小久保静香、朝倉里美、南貴子、依田聖、田中剛、真田樹義、竹山春子、櫻林郁之介、松永是. メタボリックシンドローム関連遺伝子のマイクロアレイ検出法. 第30回日本分子生物学会 (2007.12、横浜)

・ 川口竜二、小久保静香、依田聖、神村吉信、李昌珪、真田樹義、笹野順司、櫻林郁之介、逢坂哲彌. メタボリックシンドローム対策としてのマイクロアレイ法による、関連遺伝子の変異検出法とその意義. 日本遺伝子診療学会 (2007.07、松山)

・ Usui C, Gando Y, Sanada K, Miyachi M, Tabata I, and Higuchi M. Basal Metabolic Rate Can Be Estimated From Four Tissue-Organ Components By Using DXA Regardless Of Age And Aerobic Fitness level In Female Adults. 12th Annual Congress of the European College of Sport Science (Jyvaskyla, 2007.7)

・ Hiroshi Kawano, Michiya Tanimoto, Kenta Yamamoto, Kiyoshi Sanada, Yuko Gando, Motoyuki Iemitsu, Mitsuru Higuchi, Motohiko Miyachi. Carotid Artery Vasoreactivity To Cold Pressor Test In Resistance-Trained Men. 12th Annual Congress of the European College of Sport Science (Jyvaskyla, 2007.7)

・ Sanada K, Miyachi Motohiko, Tabata Izumi, Yamamoto Kenta, Maruyama Kohei, Tanimoto Michiya, Kawano Hiroshi, Kawaguchi Ryuji, Suzuki Katsuhiko, Higuchi Mitsuru. Contribution Of Obese-Related Genes And Cardiorespiratory fitness To The Metabolic Syndrome In Middle-Aged And Old Men And Women. 12th Annual Congress of the European College of Sport Science

(Jyvaskyla, 2007.7)

• Tanimoto M., Kawano K., Yamamoto K., Gando Y., Sanada K., Tabata I., and Miyachi M. Effects Of Whole Body Low-Intensity Resistance Training program With Slow Movement And Tonic Force Generation (LST) On Muscular Function In Young Men. 12th Annual Congress of the European College of Sport Science (Jyvaskyla, 2007.7)

• Sanada K., Yamamoto K., Miyachi M., Suzuki K., Tabata I., Higuchi M. Fitness and the Predisposition to Metabolic Syndrome in Japanese Men and Women. 54th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine (New Orleans, 2007.6)

• Midorikawa T, Sanada K, Yoshitomi A, Abe T Validity of Equations for Total and Regional Skeletal Muscle Mass by Ultrasound in Japanese Adolescents. 54th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine (New Orleans, 2007.6)

• Gando Y, Miyachi M, Kawano H, Sanada K, Yamamoto K, Tanimoto M, Oh T, Omori Y, Miyatani M, Usui C, Takahashi E, Tabata

I, Higuchi M. Greater Age-related Arterial Stiffening and Left Ventricular Hypertrophy in Poor Cardiorespiratory Fitness Women. 54th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine (New Orleans, 2007.6)

• Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Sanada K, Tanimoto M, Oh T, Omori Y, Higuchi M, Tabata I, Miyachi M. Poor Flexibility is associated with Arterial Stiffening. 54th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine (New Orleans, 2007.6)

• Miyachi M, Sanada K, Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Tanimoto M, Oh T, Ohmori Y, Higuchi M, Tabata I. Age, flexibility, and metabolic syndrome. 54th Annual Meeting of the American College of Sports Medicine (New Orleans, 2007.6)

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし

身体活動量と生活習慣病危険因子との関連

分担研究者 宮地元彦、田畑泉
(独立行政法人 国立健康・栄養研究所)

研究協力者 丸藤祐子
(早稲田大学大学院 スポーツ科学研究科)

わが国では生活習慣病の予防、改善法に注目が集まり、身体活動が促進されることにより、生活習慣病の予防に対する効果が強く期待されている。本研究では、身体活動量の評価に、三次元加速度活動量計を用いて、身体活動量と生活習慣病危険因子との関連を検討した。被験者は、様々な身体活動レベルを有する健康な成人男女 93 名（男性 37 名、女性 56 名）であった。三次元加速度活動量計によって得られた値から、一日の平均歩数 10000 歩以上の者（活動群）と未満の者（非活動群）、一日の平均身体活動量 3.3 エクササイズ (Ex) 以上の者（Ex 活動群）と未満の者（Ex 非活動群）に分け、生活習慣病危険因子との関連を検討した。活動群では非活動群と比較して、HDL コレステロールが有意に高く、中性脂肪が有意に低い値を示した。Ex 活動群では Ex 非活動群と比較して、中性脂肪が有意に低く、さらに動脈の硬化度の指標である脈波伝播速度および頸動脈 IMT においても有意に低い値を示した。本研究により、日常的な身体活動量（歩数および活動強度）が多い者では、身体活動量が少ない者に比べて、生活習慣病危険因子が少ないということが示唆され、さらに動脈の硬化度に関しては、活動の量（歩数）だけでなく、活動の質（活動強度）も重要であることが明らかとなった。

A. 研究目的

現在、わが国では、生活習慣病の適切な予防、改善法に注目が集まっている。生活習慣病の予防と身体活動との間には、内外の研究により関係が示唆されており、身体活動が促進されることにより、生活習慣病の予防に対する効果が強く期待される。

本研究では、身体活動量の評価に、三次元活動量計を用いて、日常的な身体活動量をより正確かつ客観的に評価し、身体活動量と生活習慣病危険因子との関連を検討する。

B. 研究方法

本研究は、(独) 国立健康・栄養研究所における「健康づくりのための運動基準策定に関わるコホート」を使用した。被験者らは、様々な身体活動レベルを有する健康な成人男女 93 名であった（男性 37 名、女性 56 名）。測定項目は、形態計測（身長、体重、体脂肪率）、血液生化学（グルコース、インスリン、中性脂肪、総コレステロール、HDL コレステロール）、収縮期血圧、拡張期血圧、脈波伝播速度、頸動脈 IMT であった。身体活動量は、三

次元加速度活動量計によって得られた値から、一日の平均歩数 10000 歩以上の者（活動群）と未達の者（非活動群）、一日の平均身体活動量 3.3Ex 以上の者（Ex 活動群）と未達の者（Ex 非活動群）に分け、生活習慣病危険因子との関連を検討した。

結果は、平均値±標準誤差で表し、有意差検定は対応のない t 検定を行い、5% 未満を有意とした。

C. D. 研究結果と考察

一日の平均歩数 10000 歩を基準値として群分けしたときの、活動群と非活動群の生活習慣病危険因子の検討結果を表 1 および図 1 に示した。活動群と非活動群間の年齢、身長、体重、体脂肪率に有意な差は認められなかった。HDL コレステロールは活動群で非活動群と比較して有意に高く、中性脂肪は活動群で非活動群と比較して有意低い値を示した。血圧、脈波伝播速度、頸動脈 IMT においては、活動群と非活動群との間に有意な差は認められなかった。

(表 1) 被験者特性と測定値の比較
(一日の平均歩数による群分け)

	活動群 n=65	非活動群 n=28	p value
年齢	44.5 ± 1.3	45.0 ± 2.3	NS
身長 (cm)	162.9 ± 1.1	165.6 ± 1.7	NS
体重 (kg)	60.9 ± 1.4	64.0 ± 2.0	NS
体脂肪率 (%)	23.6 ± 0.8	23.9 ± 1.1	NS
グルコース (mg/dl)	92 ± 1	95 ± 4	NS
インスリン (μU/ml)	4.1 ± 0.2	4.6 ± 0.4	NS
中性脂肪 (mg/dl)	85 ± 6	118 ± 20	0.037
総コレステロール (mg/dl)	200 ± 5	201 ± 6	NS
HDLコレステロール (mg/dl)	66 ± 2	58 ± 2	0.23
収縮期血圧 (mmHg)	116 ± 2	115 ± 3	NS
拡張期血圧 (mmHg)	69 ± 1	69 ± 2	NS
脈波伝播速度 (cm/sec)	1203 ± 18	1258 ± 41	NS
頸動脈IMT (mm)	0.64 ± 0.01	0.65 ± 0.02	NS
歩数 (歩/日)	13321 ± 435	8510 ± 201	0.0001
身体活動量 (Ex/日)	4.5 ± 0.2	3.0 ± 0.2	0.0001
平均値±標準誤差			

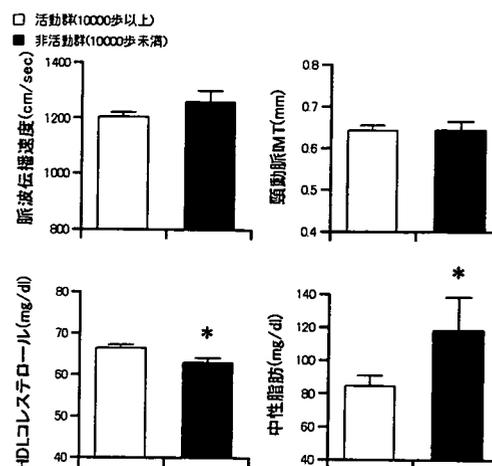


図1 身体活動量(歩数)と生活習慣病危険因子

一日の平均身体活動量 3.3Ex を基準として群分けしたときの、Ex 活動群と Ex 非活動群の生活習慣病危険因子の検討結果を表 2 および図 2 に示した。Ex 活動群と Ex 非活動群間の年齢、身長、体重、体脂肪率に有意な差は認められなかった。中性脂肪は Ex 活動群で Ex 非活動群と比較して有意低い値を示した。血圧に有意な差は認められなかったが、脈波伝播速度および頸動脈 IMT においては、活動群で非活動群と比較して有意に低い値を示した。

(表 2) 被験者特性と測定値の比較
(一日の平均身体活動量による群分け)

	Ex活動群 n=61	Ex非活動群 n=32	p value
年齢 (years)	43.8 ± 10.7	46.4 ± 10.7	NS
身長 (cm)	163.0 ± 8.1	165.2 ± 9.9	NS
体重 (kg)	60.9 ± 10.7	63.5 ± 12.2	NS
体脂肪率 (%)	23.1 ± 6.2	24.8 ± 6.3	NS
グルコース (mg/dl)	92 ± 7	95 ± 19	NS
インスリン (μU/ml)	4.1 ± 1.9	4.6 ± 2.2	NS
中性脂肪 (mg/dl)	84 ± 44	116 ± 102	0.036
総コレステロール (mg/dl)	197 ± 40	207 ± 31	NS
HDLコレステロール (mg/dl)	65 ± 16	61 ± 17	NS
収縮期血圧 (mmHg)	115 ± 13	117 ± 14	NS
拡張期血圧 (mmHg)	68 ± 10	70 ± 9	NS
脈波伝播速度 (cm/sec)	1191 ± 148	1274 ± 192	0.024
頸動脈IMT (mm)	0.63 ± 0.09	0.67 ± 0.12	NS
歩数 (歩/日)	12820 ± 479	10057 ± 523	0.0001
身体活動量 (Ex/日)	4.8 ± 0.2	2.4 ± 0.1	0.0001
平均値±標準誤差			

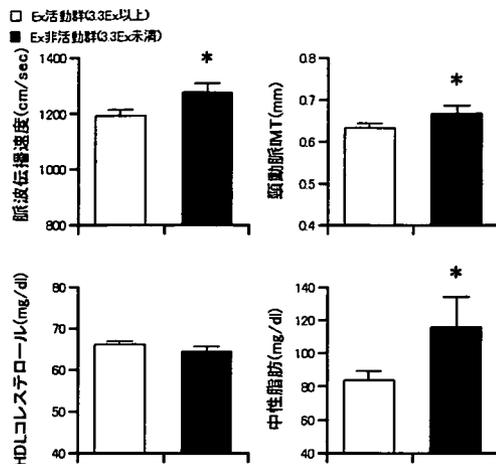


図2 身体活動量 (Ex) と生活習慣病危険因子

E. 考察

本研究では、歩数と活動強度から生活習慣病危険因子との関連を検討した。一日の平均歩数 10000 歩以上である活動群では非活動群と比較して、HDL コレステロールが有意に高く、中性脂肪が有意に低い値を示した。活動強度を示す一日の平均身体活動量においては、Ex 活動群では Ex 非活動群と比較して、中性脂肪が有意に低く、さらに動脈の硬化度の指標である脈波伝播速度および頸動脈 IMT においても有意に低い値を示した。以上の結果により、日常的な身体活動量（歩数および活動強度）が多い者では、身体活動量が少ない者に比べて、生活習慣病危険因子が少ないということが示唆された。

また、活動強度の高い Ex 活動群では、脈波伝播速度および頸動脈 IMT が有意に低い値を示したことから、動脈硬化を抑制するためには、日常的な身体活動量をただ増やすのではなく、活動強度も重要であることが示唆された。

本研究は横断研究であるため、今後今回の結果をもとにした介入研究によって、

身体活動量と生活習慣病危険因子の関連を検討する必要がある。

以上、三次元活動量計を用いた身体活動量と生活習慣病危険因子との関連を検討した結果、日常的な身体活動量（歩数および活動強度）が多い者では、身体活動量が少ない者に比べて、生活習慣病危険因子が少ないということが示唆され、さらに動脈の硬化度に関しては、活動の量（歩数）だけでなく、活動の質（活動強度）も重要となってくることが明らかとなった。

F. 健康危険情報
問題なし。

G. 研究発表
1. 論文発表

2. 学会発表

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得
なし
2. 実用新案登録
なし
3. その他
なし

体力の一要素である柔軟性と動脈硬化の関係

分担研究者

宮地元彦、田畑泉（国立健康・栄養研究所）

研究協力者 山元健太

（早稲田大学）

体力、特に全身持久力と動脈硬化との関連は数多くの知見があるが、体力の構成要素の一つである柔軟性と動脈硬化との関係を示した報告は皆無である。本研究は、1) 柔軟性と動脈硬化度との関係を、2) 柔軟性と加齢に伴う動脈硬化との関係を検討した。661名の成人男女を、20-30歳代、40-50歳代、60歳以上に分類し、それぞれの年代で低柔軟性群と高柔軟性群の計6群に分類した。40-50歳代、60歳以上において、低柔軟性群の動脈硬化度（baPWV）は高柔軟性群と比較して高値を示した（ $P < 0.01$ ）。また柔軟性と動脈硬化度の間には負の相関関係が観察された（ $P < 0.01$ ）。それに対して20-30歳代では、柔軟性による差や相関関係は観察されなかった。分散分析の結果、年齢と柔軟性は動脈硬化度に対して有意な交互作用を示した（ $P < 0.01$ ）。以上の結果から、1) 中高齢者において、体が硬い（柔軟性が低い）と血管も硬い（動脈硬化度が高い）こと、2) 柔軟性が低いと加齢に伴う動脈の硬化が促進される可能性が示唆された。

A. 研究目的

血管は加齢とともに硬化していき、それは誰も避けて通ることができない。この加齢による動脈硬化は、心疾患や脳卒中といった死に繋がる生活習慣病の危険因子である。体力、特に全身持久力と動脈硬化との関連は数多くの知見があるが、体力の構成要素の一つである柔軟性と動脈硬化との関係を示した報告は皆無である。もし柔軟性が加齢に伴う動脈硬化と関連するのであれば、柔軟性はすべての年代で簡易に評価できる生活習慣病に関連した体力の一要素として位置付けられる。そこで我々は1) 柔軟性と動脈硬化度との関係、2) 柔軟性と加齢に伴う動脈の硬化との関係を検討した。

B. 研究方法

661名の成人男女を、20-30歳代、40-50

歳代、60歳以上に分類し、それぞれの年代で10年代毎の柔軟性の平均値を基準に低柔軟性群と高柔軟性群の計6群に分類した。動脈の硬化度は上腕-足首脈波伝播速度（baPWV）で、柔軟性は長座位体前屈で評価した。被験者の年齢、身長、体重、長座位体前屈、収縮期血圧、拡張期血圧を表1に示した。

結果は平均値±標準誤差で示した。年齢や柔軟性によるbaPWVの平均値の差は、二元配置分散分析で検定した。また、柔軟性とbaPWVとの関係はピアソンの相関係数を用いて解析した。危険率5%未満を有意とした。

C. D. 研究結果

図1に各年代におけるbaPWVを示す。高柔軟性群、低柔軟性群ともに、baPWVは年代が高まるにつれ高値を示した。40-50

歳代、60歳以上において、低柔軟性群の

baPWV は高柔軟性群と比較して高値を

表1. 被験者特性

	20-30歳代		40-50歳代		60歳以上	
	高柔軟性 n = 121	低柔軟性 n = 112	高柔軟性 n = 112	低柔軟性 n = 123	高柔軟性 n = 103	低柔軟性 n = 90
年齢(歳)	25 ± 1	26 ± 1	50 ± 1	49 ± 1	67 ± 1	68 ± 1
身長(cm)	168 ± 1	168 ± 1	160 ± 1	159 ± 1	155 ± 1	154 ± 1
体重(kg)	61 ± 1	62 ± 1	62 ± 1	61 ± 1	54 ± 1	54 ± 1
長座位体前屈(cm)	47 ± 1	33 ± 1*	45 ± 1	32 ± 1*	41 ± 1	26 ± 1*
収縮期血圧(mmHg)	111 ± 1	109 ± 1	119 ± 1	122 ± 1	126 ± 2	133 ± 2*
拡張期血圧(mmHg)	63 ± 1	62 ± 1	71 ± 1	73 ± 1	73 ± 1	75 ± 1

*は同年代における高柔軟性群との有意差 (P<0.05)

示した。それに対して20-30歳代では、柔軟性によるbaPWVの差はみられなかった。また、分散分析の結果、年齢と柔軟性はbaPWVに対して有意な交互作用を示した (P<0.01)。

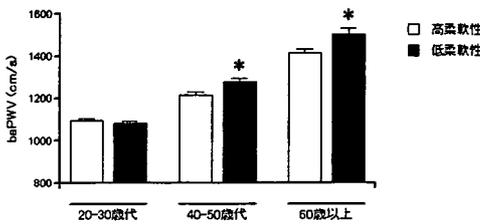


図1. 年齢および柔軟性と動脈硬化度との関係

図2に20-30歳代(上)、40-50歳代(中)、60歳代以上(下)のそれぞれにおける長座位体前屈とbaPWVとの関係を

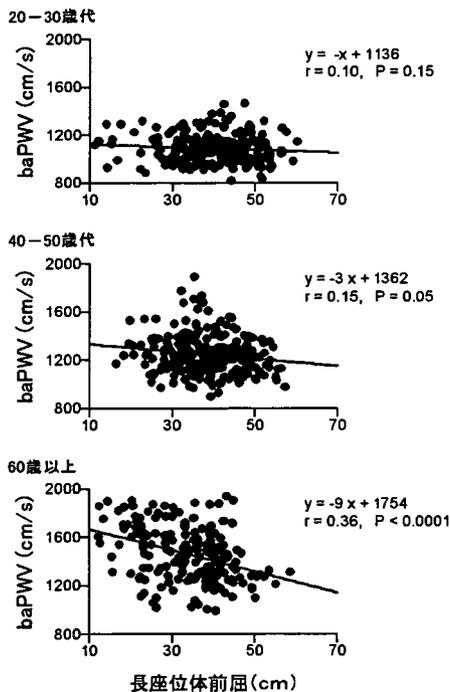


図2. 柔軟性と動脈硬化度の相関関係

示した。長座位体前屈とbaPWVの関係は、

20-30歳代では観察されなかったが、40-50歳代および60歳以上で有意な負の関係が観察された。また、60歳以上における相関係数および回帰直線の傾きは、40-50歳代と比較して高い値を示した。

E. 考察

高齢者における柔軟性の低下は、身体的自立度の低下や転倒の危険性を高めることになると考えられている。つまり柔軟性は従来、日常動作やスポーツ活動(運動)を円滑に行い、怪我防止・安全確保の観点から評価されてきた体力である。本研究は、生活習慣病の観点からは注目されてこなかったこの柔軟性体力の新しい可能性を示した。

本研究の結果、40歳以上の年代において、低柔軟性群の動脈硬化度は高柔軟性群と比較して高い値を示した(図1)。この柔軟性と動脈硬化度の関係は年代が上がるにつれて強くなった(図2)。この結果から、中高齢者において柔軟性が低いと動脈硬化度が高いことが示された。20-30歳代においては、柔軟性による動脈硬化度の違いは観察されなかった。また、動脈硬化度に対する年齢と柔軟性の交互作用が有意であったことから、柔軟性が低いと加齢に伴う動脈の硬化が促進される可能性が示唆された。

すべての被験者における年齢とbaPWVとの関係は、相関係数0.72 (P<0.001)、回帰式 $y = 9x + 841$ ($x =$ 年齢, $y =$ baPWV) であった。この回帰式を用いて、60歳以上におけるbaPWVを年齢へ変換したところ、高柔軟性群で約64歳、低柔軟性群で約74歳となった。これらの結果は、動脈硬化度から推定した年齢、つまり血管年齢の柔軟性の違いによる差は約10歳に相当することを示している。

本研究の結果は、柔軟性が生活習慣病に関連する体力の一つである可能性を示した。

しかし、本研究は横断的研究であるため、柔軟性と動脈硬化度との因果関係は明らかにすることはできない。今後、柔軟性体力を向上させるストレッチングなどが、加齢に伴う動脈硬化を抑制するのか、介入研究によって明らかにする必要がある。

F. 健康危険情報
問題なし。

G. 研究発表

学会発表

山元健太、河野寛、真田樹義、丸藤祐子、
谷本道哉、呉泰雄、樋口満、田畑泉、宮地
元彦：体の柔軟性は動脈硬化と関連する。
第62回日本体力医学会、2007年9月

Yamamoto K, Kawano H, Gando Y, Sanada K,
Tanimoto M, Oh T, Omori Y,

Higuchi M, Tabata I, Miyachi M. Poor
Flexibility is associated with Arterial
Stiffening. 54th Annual Meeting of the
American College of Sports Medicine.
2007.06.

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

なし

2. 実用新案登録

なし

3. その他

なし