

表4 対象者の基本的特性の変化(intention-to-treatment 解析)

	前期介入群(n=120 [男性=58、女性=61])			変化の群間差 (P値)	
	2006年度	2007年度	変化	P値	
	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD		
前期介入群(n=120 [男性=58、女性=61])					
年齢(歳)	53.6 ± 6.8	54.5 ± 6.8	0.97 ± 0.22	—	—
身長(cm)	161.8 ± 8.6	161.3 ± 8.9	-0.55 ± 2.73	0.030	0.1000
体重(kg)	80.7 ± 9.4	75.9 ± 10.0	-4.78 ± 4.63	<.0001	0.0014
Body mass index (kg/m ²)	30.8 ± 2.8	29.2 ± 3.4	-1.60 ± 2.08	<.0001	0.0098
後期介入群(n=115 [男性=56、女性=59])					
年齢(歳)	53.3 ± 6.3	54.3 ± 6.3	0.97 ± 0.16	—	—
身長(cm)	162.2 ± 8.7	162.1 ± 8.5	-0.10 ± 1.12	0.3369	
体重(kg)	83.7 ± 16.4	82.2 ± 13.5	-1.58 ± 9.58	0.0801	
Body mass index (kg/m ²)	31.8 ± 5.2	31.2 ± 3.7	-0.56 ± 3.75	0.1100	

表5 エネルギーおよび栄養素摂取量(エネルギー調整済み値)の変化(intention-to-treatment 解析)

	2006年度		2007年度		変化	
	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	P値	変化の群間差 (P値)
前期介入群(n=120)						
エネルギー(kcal/日)	2267 ± 822	2081 ± 624	-186 ± 645	0.002	0.239	
たんぱく質(%エネルギー)	13.5 ± 2.1	14.4 ± 2.1	0.8 ± 2.3	0.000	0.121	
総脂質(%エネルギー)	26.4 ± 6.6	26.6 ± 5.8	0.1 ± 6.4	0.824	0.609	
飽和脂肪酸(%エネルギー)	6.9 ± 1.8	7.0 ± 2.1	0.1 ± 1.9	0.576	0.925	
一価不飽和脂肪酸(%エネルギー)	9.5 ± 2.9	9.4 ± 2.4	-0.1 ± 2.9	0.628	0.246	
多価不飽和脂肪酸(%エネルギー)	6.5 ± 1.8	6.5 ± 1.5	0.1 ± 1.8	0.634	0.627	
n-3系脂肪酸(%エネルギー)	1.3 ± 0.5	1.3 ± 0.4	0.0 ± 0.5	0.399	0.465	
n-6系脂肪酸(%エネルギー)	5.2 ± 1.4	5.2 ± 1.2	0.0 ± 1.4	0.800	0.705	
炭水化物(%エネルギー)	54.9 ± 8.4	54.3 ± 8.6	-0.5 ± 7.6	0.443	0.387	
ナトリウム(mg/1000 kcal)	2282 ± 613	2431 ± 592	149 ± 549	0.004	0.001	
カリウム(mg/1000 kcal)	1205 ± 291	1280 ± 273	75 ± 237	0.001	<.0001	
カルシウム(mg/1000 kcal)	251.2 ± 72.7	281.5 ± 84.7	30.3 ± 75.7	<.0001	<.0001	
リン(mg/1000 kcal)	519.0 ± 86.7	555.4 ± 96.1	36.4 ± 100.9	0.000	0.002	
マグネシウム(mg/1000 kcal)	134.6 ± 30.3	142.0 ± 27.3	7.3 ± 26.8	0.003	0.001	
鉄(mg/1000 kcal)	3.7 ± 0.9	4.0 ± 0.8	0.3 ± 0.7	<.0001	0.008	
レチノール当量(μg/1000 kcal)	289.5 ± 182.9	334.1 ± 250.5	44.5 ± 226.4	0.033	0.032	
レチノール(μg/1000 kcal)	160.5 ± 164.9	171.3 ± 231.2	10.9 ± 217.5	0.586	0.320	
βカロテン当量(μg/1000 kcal)	1534 ± 969	1936 ± 1223	402 ± 922	<.0001	0.005	
クリプトキサンチン(μg/1000 kcal)	88.7 ± 147.4	93.0 ± 129.0	4.3 ± 150.5	0.756	0.403	
ビタミンD(μg/1000 kcal)	4.6 ± 2.1	5.1 ± 2.2	0.5 ± 2.4	0.028	0.836	
ビタミンB ₁ (mg/1000 kcal)	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.460	0.606	
ビタミンB ₂ (mg/1000 kcal)	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.132	0.074	
ナイアシン(mg/1000 kcal)	8.7 ± 2.4	9.0 ± 2.0	0.3 ± 2.1	0.083	0.457	
ビタミンC(mg/1000 kcal)	51.9 ± 26.0	53.4 ± 23.9	1.6 ± 23.9	0.478	0.175	
コレステロール(mg/1000 kcal)	155.0 ± 52.2	163.0 ± 62.5	8.0 ± 59.7	0.147	0.963	
総食物繊維(g/1000 kcal)	6.7 ± 2.1	7.5 ± 2.4	0.8 ± 1.8	<.0001	0.001	
水溶性食物繊維(g/1000 kcal)	1.6 ± 0.6	1.8 ± 0.6	0.2 ± 0.5	<.0001	0.002	
不溶性食物繊維(g/1000 kcal)	4.8 ± 1.5	5.4 ± 1.6	0.6 ± 1.3	<.0001	0.002	
アルコール(%エネルギー)	4.0 ± 7.8	3.8 ± 7.2	-0.3 ± 4.1	0.508	0.055	
後期介入群(n=115)						
エネルギー(kcal/日)	2311 ± 793	2212 ± 737	-99 ± 468	0.025		
たんぱく質(%エネルギー)	13.7 ± 2.9	14.1 ± 2.5	0.4 ± 1.9	0.030		
総脂質(%エネルギー)	25.9 ± 7.6	26.4 ± 5.7	0.5 ± 5.6	0.309		
飽和脂肪酸(%エネルギー)	6.8 ± 2.2	6.9 ± 1.7	0.1 ± 1.6	0.603		
一価不飽和脂肪酸(%エネルギー)	9.2 ± 3.3	9.4 ± 2.4	0.3 ± 2.5	0.227		
多価不飽和脂肪酸(%エネルギー)	6.2 ± 2.0	6.4 ± 1.5	0.2 ± 1.5	0.207		
n-3系脂肪酸(%エネルギー)	1.3 ± 0.5	1.3 ± 0.4	0.1 ± 0.4	0.025		
n-6系脂肪酸(%エネルギー)	5.0 ± 1.6	5.1 ± 1.1	0.1 ± 1.2	0.399		
炭水化物(%エネルギー)	54.4 ± 9.2	54.6 ± 7.5	0.3 ± 6.8	0.656		
ナトリウム(mg/1000 kcal)	2381 ± 731	2269 ± 643	-112 ± 615	0.054		
カリウム(mg/1000 kcal)	1238 ± 328	1189 ± 310	-49 ± 239	0.029		
カルシウム(mg/1000 kcal)	272.0 ± 112.3	258.2 ± 92.3	-13.8 ± 80.5	0.068		
リン(mg/1000 kcal)	531.7 ± 122.8	531.1 ± 100.6	-0.6 ± 80.8	0.938		
マグネシウム(mg/1000 kcal)	137.0 ± 31.2	133.1 ± 28.7	-3.9 ± 23.0	0.073		
鉄(mg/1000 kcal)	3.7 ± 1.0	3.8 ± 1.0	0.0 ± 0.8	0.718		
レチノール当量(μg/1000 kcal)	287.4 ± 177.7	278.0 ± 161.5	-9.5 ± 151.3	0.504		
レチノール(μg/1000 kcal)	148.0 ± 150.6	135.0 ± 117.3	-13.1 ± 144.6	0.335		
βカロテン当量(μg/1000 kcal)	1659 ± 1059	1700 ± 1273	41 ± 1011	0.665		
クリプトキサンチン(μg/1000 kcal)	99.1 ± 176.6	85.0 ± 85.8	-14.2 ± 184.1	0.412		
ビタミンD(μg/1000 kcal)	4.7 ± 2.6	5.2 ± 2.4	0.4 ± 2.0	0.024		
ビタミンB ₁ (mg/1000 kcal)	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.0 ± 0.1	0.970		
ビタミンB ₂ (mg/1000 kcal)	0.7 ± 0.2	0.7 ± 0.2	0.0 ± 0.2	0.278		
ナイアシン(mg/1000 kcal)	8.6 ± 2.2	8.8 ± 2.3	0.1 ± 1.8	0.400		
ビタミンC(mg/1000 kcal)	56.6 ± 30.0	53.6 ± 26.1	-3.0 ± 27.3	0.241		
コレステロール(mg/1000 kcal)	150.8 ± 57.8	158.4 ± 53.3	7.6 ± 55.9	0.148		
総食物繊維(g/1000 kcal)	6.9 ± 2.3	6.9 ± 2.4	0.0 ± 1.7	0.979		
水溶性食物繊維(g/1000 kcal)	1.7 ± 0.6	1.7 ± 0.7	0.0 ± 0.5	0.831		
不溶性食物繊維(g/1000 kcal)	4.9 ± 1.6	5.0 ± 1.7	0.0 ± 1.2	0.674		
アルコール(%エネルギー)	5.0 ± 8.6	3.7 ± 6.6	-1.3 ± 4.4	0.002		

表6 食品摂取量(エネルギー調整済み¹, g/1000kcal)の変化(intention-to-treatment 解析)

	2006年度		2007年度		変化		変化の群間差 (P値)
	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	平均 ± SD	P値		
前期介入群(n=120)							
穀類	234 ± 67	229 ± 63	-6 ± 62	0.326	0.138		
いも類	14 ± 13	14 ± 10	0 ± 11	0.881	0.795		
豆類 ²	28 ± 16	34 ± 18	6 ± 18	0.001	0.000		
野菜類 ³	152 ± 83	177 ± 90	25 ± 73	0.000	<.0001		
果実類	49 ± 62	53 ± 46	4 ± 65	0.479	0.352		
魚介類	42 ± 21	46 ± 23	3 ± 23	0.103	0.625		
肉類	26 ± 15	27 ± 15	1 ± 15	0.365	0.701		
卵類	16 ± 11	17 ± 13	1 ± 13	0.444	0.915		
乳類	74 ± 49	69 ± 49	-5 ± 39	0.136	0.020		
油脂類	13 ± 8	12 ± 6	-1 ± 8	0.184	0.303		
菓子類 ⁴	30 ± 17	40 ± 23	10 ± 21	<.0001	0.819		
アルコール飲料	61 ± 97	46 ± 69	-15 ± 62	0.008	0.409		
非アルコール飲料	425 ± 243	389 ± 207	-37 ± 238	0.094	0.889		
調味料	9 ± 7	10 ± 6	1 ± 6	0.226	0.019		
水	208 ± 220	206 ± 220	-2 ± 241	0.944	0.816		
後期介入群(n=115)							
穀類	225 ± 70	231 ± 61	6 ± 58	0.262			
いも類	15 ± 11	15 ± 15	0 ± 13	0.832			
豆類 ²	31 ± 18	30 ± 18	-2 ± 14	0.215			
野菜類 ³	158 ± 77	148 ± 83	-10 ± 60	0.079			
果実類	51 ± 79	46 ± 40	-5 ± 81	0.530			
魚介類	43 ± 22	47 ± 23	5 ± 17	0.004			
肉類	25 ± 16	27 ± 15	2 ± 13	0.103			
卵類	15 ± 11	16 ± 12	1 ± 12	0.348			
乳類	79 ± 71	60 ± 47	-20 ± 55	0.000			
油脂類	12 ± 8	12 ± 6	0 ± 7	0.977			
菓子類 ⁴	30 ± 20	40 ± 22	9 ± 20	<.0001			
アルコール飲料	84 ± 132	61 ± 96	-23 ± 81	0.003			
非アルコール飲料	461 ± 308	420 ± 199	-41 ± 261	0.093			
調味料	10 ± 7	9 ± 5	-1 ± 6	0.034			
水	232 ± 275	224 ± 250	-8 ± 206	0.664			

¹その他の食品および分類不能食品は削除。エネルギー調整には用いた。

²種実類を含む。

³きのこ類および海藻類を含む。

⁴砂糖類を含む。

厚生労働科学研究費補助金（H18・糖尿病等一般-001）

分担研究報告書

健診受診者のコホート化と運動、栄養介入による生活習慣病予防

背景因子の解明

野田光彦

肥満者の参加をもとめ、医師の面談、管理栄養士による栄養教育と運動指導士による行動変容理論に基づいた介入研究を一年間おこなった。これにより肥満解消によるメタボリックシンドロームの糖尿病等への予防効果を検証する。介入を終えたA群は体重5%減少したものが51%、10%減少したものが25%であった。体重減少がなくても運動習慣のついたものは血圧の低下がみられた。主訴も軽減し、検査結果も改善した。B群は来年7月まで介入を継続し、維持の方法などについても検討する。

A.研究目的

人間ドック受診者4万人強の中からBMI30以上、最近5年以内の健診歴のある肥満者を抽出し、医師による面談、管理栄養士による栄養教育、運動指導士による介入をおこない、肥満解消によるメタボリックシンドローム等の予防効果を明らかにする。肥満者を対象に行動変容理論による食事と行動の介入をし、メタボリックシンドローム（MS）、あるいはすでに生活習慣病になっているものを介入によって正常域に戻す。

生活習慣と性格や遺伝子多型分析（SNP）の影響など背景要因も含め、多面的に解析し、Taylor made nutrition を視程に効果のある肥満克服法を研究する。

B.研究方法

佐久総合病院人間ドック受診者のうち2000年以降に受診し、BMIが95パーセントイル以上の者約1000人を抽出、本研究による「肥満克服プログラム Saku Control Obesity Program (SCOP)」への参加を呼びかけ、240名の文書による同意をえて、認知・行動変容理論による食事と運動の継続介入による肥満克服のベースライン調査を行なった。体重減少は一ヶ月1kgを目標とし、体重・体脂肪計、加速度計を全員に配布し、自己記録し一ヶ月ごとに国立健康栄養研究所ファクスでおくるシステムを用いた。

対象者は3ヶ月ごとの健診時に対面式の指導をうけ、健診から健診までの期間は自宅で体重測定/食事記録/減量に向けての目標の達成度などの記録をし、1ヶ月に1度記録した用紙を送付して栄養士/運動指導士等のコメント返送による指導をうけた。

倫理面では対象者によびかけの時点でそこに至った経緯を説明し、各自に計画について十分に説明、書面による参加意思を確認した。計画は国立健康・栄養研究所の倫理委員会および佐久総合病院倫理委員会の審査・承認を受けた。SNP解析については国立健康・栄養研究所の倫理委員会 DNA 遺伝子組み替え倫理委員会の承認をうけた。個人データの取り扱いについては疫学研究の倫理指針を遵守するように担当者会議で徹底を図った。臨床介入試験として UMIN に登録した。

C. 研究結果

ベースライン時の男性 116 名、女性 119 名の参加者特性は、それぞれ 53±6 歳と 54±6 歳、体重 86±12Kg と 75±9Kg、BMI は 30.4 と 31.0、内臓脂肪は 159cm² と 130cm²、腹囲 102cm と 104cm であった。健診時総合診断で高血圧は男性と女性で 69.6 と 68.6%、高脂血症は 62 と 45%、糖尿病は男女とも 40% であった。

A 群は一年の介入を終え、体重減少は約半分が 5%、約 4 分の 1 が 10% 体重減であった。体重減のないものでも運動習慣のついたものは血圧の低下が見られた。体重減のあったものは HbA1c や脂質異常症の改善もみられた。B 群の体重減少はなかった。

この間のサイトカインの変化は A 群ではレプチンの低下とアディポネクチンの増加があったのに対し、B 群ではレプチンは上昇気味であり、それにつれてアディポネクチンも増加した。

遊離脂肪酸は両群とも低下、TNF α は介入軍の女性で増加がみられた。

介入前後のリポカインの変化

		Male n=58				Female n=58			
		Intervention		Control		Intervention		Control	
Leptin	base	ng/ml	7.5 ± 4.5	8.2 ± 5.1	20.7 ± 11.8	20.4 ± 9.4			
	1 year		6.9 ± 4.4	9.4 ± 5.4***	17.3 ± 9.1***	23.9 ± 12.2***			
adiponectin	base	ug/ml	2.8 ± 1.7	2.8 ± 1.8	6.3 ± 3.2	4.6 ± 2.8			
	1 year		4.3 ± 2.7***	3.4 ± 2.2***	8.0 ± 4.3***	6.2 ± 3.5***			
NFA	base	pg/ml	1.3 ± 0.5	1.9 ± 4.2	1.3 ± 0.5	1.1 ± 0.3			
	1 year		1.3 ± 0.2	1.5 ± 0.8	1.5 ± 0.5***	1.2 ± 0.4*			
FA	base	mEq/L	0.5 ± 0.2	0.5 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.2			
	1 year		0.4 ± 0.2***	0.4 ± 0.2*	0.5 ± 0.2***	0.5 ± 0.2***			

肥満者240名のSNPs解析は終了し、レプチンやアドレナリンレセプターのSNPに一般集団との違いがみられた。

gene		SNP
		-3826A/G
UCP1	Uncooupling protein 1	-112A/C Leu229Met (T<A)
UCP2	Uncooupling protein 2	Ala55Val (C/T)
UCP3	Uncooupling protein 3	-55C>T
PPARγ2	Peroxisome proliferator-activated receptor-gamma2	Pro12Ala (C→G)
ADIPO	adiponectine	Ile164Thr (T→C)
LEPR	Leptin receptor	Arg 109 Lys (G>A)
LEP	Leptin	-2548A/G
calpain10	calpain10	SNP43 (G→A)
β2AR	Beta-2-adrenergic receptor	Arg16Gly (A/G) Gln27Glu (C→G)
β3AR	Beta-3-adrenergic receptor	Trp64Arg (T→C)

SNPsの詳細については論文2に記載した。

D. 考察

この研究は平成20年度からの特別健診の個別指導に相当し、指導方法と達成目標の参考となる。一次予防の方法と効果を確認することは緊急の課題である。日本に急増している2型糖尿病の背景にMSの増加がある。内臓肥満減少が効果的予防と思われるが、糖尿病域にはいった高血糖症患者にも食事と運動による介入がどれだけ効果的かエビデンスがない。本研究により食事と運動によるMSおよびそれに続く糖尿病、高脂血症、高血圧を予防する要因についてエビデンスがだせる。

肥満克服プログラムに参加した肥満者をランダムに2群にわけ、A群は一年の介入を終え、体重減少は約半分が5%、約4分の1が10%の減少を示し有意にプログラムの効果をしめた。体重減のないものでも運動習慣のついたものは血圧の低下が見られた。

この間のサイトカインの変化はA群ではレプチンの低下とアディポネクチンの増加があったのに対し、B群ではレプチンは上昇気味であり、それにつれてアディポネクチンも増加した。アディポネクチンのメタボリックシンドロームへの関与が言われているが、我々のデータからはやはり内臓肥満のキーとなる指標であることが示唆された。レプチンの増加にとも

ないアディポネクチンの増加のあることは糖尿病の初期に高インスリン血症のみられることと類似している。

肥満者240名のSNPs解析は終了し、レプチンやアドレナリンレセプターのSNPに一般集団との違いがみられたことは遺伝的背景の解析が必要であり、これはテイラーメイドヌトリションにつながると考えられる。

E. 結論

性格傾向の強さによって、介入効果による食行動の改善の度合いに違いが現れるが、その背景に遺伝的素因やサイトカインの変化が指標となる可能性が示唆された。

F. 健康危険情報

なし

G. 研究発表

1. Watanabe S, Noda M, et al. Strategy and design of the Saku Control Obesity Program. AntiAging Med (in press)
2. Yamada K, Watanabe S, et al. DNA polymorphism of obese people in Saku Control Obesity Program. AntiAging Med (in press)

平成 19 年度 厚生労働科学研究費 報告書

加速度計を用いた身体活動介入が肥満者の減量に及ぼす効果 佐久肥満解消無作為割り付け研究

所 属 独立行政法人 国立健康・栄養研究所
分担研究者 宮地 元彦
研究協力者 大森由実、村上晴香、山元健太、
河野寛、森田明美、渡邊昌

研究要旨：メタボリックシンドロームの原因である内臓脂肪の減少には、身体活動量の増加が有効である。本研究では、加速度計を用いた身体活動量増加介入が肥満改善に効果的か否かを明らかにすること、さらに活動量の増加の程度と減量の程度との関係に量反応関係があるか否かについて検討することを目的とした。被験者を一年目に介入を実施する A 群？名と、二年目に介入をする B 群？名とに無作為に割り付けた。A 群に対して、段階的に一日あたり 1.4METs・時の身体活動量の増加もしくは 3000 歩の歩数増加を促す身体活動介入を、B 群に対しては非介入の観察を行った。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。

A. 研究目的

メタボリックシンドロームの原因である内臓肥満の改善には、身体活動量の増加と摂取カロリーの減少が不可欠である。佐久肥満克服プログラム (SCOP) は、肥満者 (BMI>25) の内臓脂肪を、運動と食事の介入により減少させることを目的とした無作為割り付けクロスオーバー介入研究である。平成 19 年度は、2 群のうち A 群に対して運動と食事指導による介入を、B 群は非介入での観察を実施し、1 年間の介入効果が明らかとなったので報告する。

ウォーキングやジョギングのような有酸素運動の習慣の継続が、内臓肥満の減少に及ぼす影響については、多くの研究によってすでに検討されている。我々はこれらをシステマティックレビューし、メタ解析することによって、週あたりの運動増加量と内臓脂肪減少

量との間には量反応関係にあること、食事の介入なしで内臓脂肪を減少させるためには週あたり 10METs・時 (1.4METs・時/日)、エネルギーに換算すると体重 80kg の人で週あたり 840kcal (120kcal/日) の身体活動量の増加が必要であることを明らかにした。この運動量を歩数に直すと 1 日あたりほぼ 3000 歩の増加に相当する。このメタ解析の結果をもとに SCOP では、全ての被験者に対して、段階的に 1 日あたり 1.4METs・時もしくは 3000 歩の歩数増加を促す身体活動量増加の目標を設定した。

本邦におけるメタボリックシンドロームの該当者の多くは、働き盛り・子育て世代の多忙な中年者である。このような人たちは様々な社会的要因により、構造化された運動プログラムへの参加が阻害されている。したがって、労働や家事のような運動でない身体活動

(生活活動)を活発にすることが、日々の身体活動によるエネルギー消費量を増加させるために有効であると考えられている。しかし、生活活動やすべての身体活動によるエネルギー消費量の定量が困難であると理由から、これらの活動を活用した肥満改善が困難であった。

加速度計は、自由に生活する人の身体活動を継続的かつ定量的に評価することができるため、身体活動量の客観的評価法としてよく用いられている。そこで我々は、加速度計を用いた生活活動増加の介入を試みた。使用した加速度計は、とても小さく、200日分の歩数と加速度のデータを保存することができる。また、コンピュータによってデータを取り出し分析し、介入対象者個人に対して適切な身体活動介入を実施することが可能である。

そこで本研究では、加速度計を用いた身体活動量増加介入が肥満改善に効果的か否かを明らかにすること、さらに活動量の増加の程度と減量の程度との関係に量反応関係があるか否かについて検討することを目的とした。

B. 研究方法

<被験者>

被験者は、長野県佐久市近郊に居住する、女性230名(40歳~64歳)の男女であった。男性は108名、女性は122名であった。被験者の身体的特徴を表1に示す。すべての被験者は、研究の目的やプロトコルの説明を受け、書面に署名して本研究への参加に同意した。

<研究デザインと測定項目>

SCOPは、肥満者の内蔵脂肪を、運動と食事の介入により減少させることを目的とした、無作為割り付けクロスオーバー介入研究である。すべての被験者を一年目に介入を実施するA群?名と、二年目に介入をするB群?名とに無作為に割り付けた。A群の被験者に対して、段階的に一日あたり1.4METs・時の身

体活動量の増加もしくは3000歩の歩数増加を促す身体活動介入を行った。労働や家事に伴う日常生活の活動量を歩行中心に増加させ、かつその生活活動を活発なものに変化させるよう指導した。B群に対しては運動・食事とも一切介入や指導を行わなかった。

両群の身体活動介入の達成度を評価し、各被験者のベースラインでの身体活動の状況に応じて介入量の配慮が必要となるので、2週間の正確なベースライン測定を実施した。歩数と身体活動によるエネルギー消費量を一軸加速度計により測定した。すべての被験者は、2週間毎日、起床から就寝まで腰のベルトに加速度計を装着した。この加速度計は垂直方向の一軸の加速度を、Hzの頻度で測定する。加速度波形の頻度から歩数を算出する。歩数は誤差1%以内の精度である。加速度の大きさや頻度は4秒ごとに平均され、非公開のアルゴリズムにより身体活動量に換算される。身体活動量は体重で補正した。これらのデータは加速度計に内蔵されたメモリーに200日分保存することができ、専用のソフトウェアを使用することでコンピュータに取り込み解析することが可能である。測定期間中の日々の身体活動量は一定ではないので、全ての測定日の1日あたりの平均値を算出した。介入開始前の2週間の平均値をベースライン値とした。介入開始後は3ヶ月に一度の面接時に、加速度計に保存されたデータをコンピュータにダウンロードし、データ取り込み直前の2週間のデータの平均値を介入期間中の値とした。

A群の参加者に対しては、ベースラインの歩数や身体活動量に、3000歩もしくは1.4METs・時を加えた値を最終的に達成すべき目標として提示し、行動変容理論に基づいたカウンセリングを通して目標を達成させるよう促した。しかし、急に歩数や身体活動量を増加させると傷害や事故の原因となるので、一月あたり1000歩ずつ、もしくは参加者個人

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?kg、腹囲は?cm、収縮期血圧は?mmHg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?歩、介入開始12ヶ月後の2週間の平均が?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?METs・時/日、介入開始12ヶ月後の2週間の平均が?METs・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+1.4METs・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。

230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/日よりむしろわずかに少なかった。2) 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。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、SCOP 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。

SCOP 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、 $7000\text{kcal} \times 5\text{kg} = 35000\text{kcal}$ 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、 $60\text{kcal}/\text{日} \times 365 \text{日} = 22000\text{kcal}$ に相当しエネルギーバランスの 62% を占める。残りの 13000kcal 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、鯉坂隆一、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		
体重 kg	A	79.5	±	9.9	75.0	±	10.0	116	
	B	81.0	±	12.5	81.0	±	13.2	111	81.884
BMI	A	30.4	±	2.8	28.7	±	3.1	116	
	B	30.8	±	3.4	30.7	±	3.7	111	75.638
腹囲	A	101.8	±	7.5	97.7	±	8.8	116	
	B	102.8	±	8.8	103.3	±	8.9	111	68.000
体脂肪%	A	34.1	±	7.3	32.2	±	7.5	115	
	B	35.5	±	8.0	35.7	±	8.1	111	16.806
皮下脂肪面積 cm ²	A	292	±	89	254	±	84.8	116	
	B	293	±	113	281	±	100.4	111	29.080
内臓脂肪面積 cm ²	A	139	±	48	114	±	43.6	116	
	B	147	±	50	142	±	48.4	111	26.778
全体脂肪面積 cm ²	A	431	±	98	368	±	95.7	116	
	B	440	±	131	423	±	110.3	111	37.950
SBP	A	132	±	16	126	±	16	114	
	B	136	±	18	135	±	18	107	5.070
DBP	A	81	±	13	79	±	11	114	
	B	84	±	12	85	±	13	107	2.872
T-cho	A	209	±	33	208	±	31	116	
	B	213	±	36	209	±	34	111	0.681
HDL-cho	A	52	±	12	54	±	13	116	
	B	54	±	10	51	±	11	111	26.125
LDL-cho	A	127	±	30	128	±	28	115	
	B	127	±	32	126	±	29	106	0.177
TG	A	150	±	82	132	±	66	116	
	B	176	±	119	165	±	84	111	0.587
FBS	A	111	±	28	109	±	30	116	
	B	113	±	23	115	±	22	111	1.480
HbA1c	A	5.8	±	1.1	5.5	±	0.9	116	
	B	6.0	±	1.1	5.8	±	0.9	111	0.983

: 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						F-value	p-value	
		pre			post					
		mean	±	SD	mean	±	SD			(n)
歩数	A	7558	±	2973	9155	±	3704	110	16.153	0.000
	B	8258	±	3474	8548	±	3392	100		
運動量(体重補正後)kcal	A	243	±	101	290	±	119	110	9.032	0.003
	B	273	±	126	285	±	132	100		
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	100		
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	100		
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	100		
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	100		

: p<0.05
 : p<0.01

Ⅲ. 研究成果の刊行に関する一覧表

III 研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル	書籍全体の 編集者名	書籍名	出版社名	出版地	出版年	頁
渡邊昌	医学的栄養療法	木村修一 香川靖雄	食品・栄養 食事療法辞典	産調出版	東京	2006	686
渡邊昌	Natural standard による有効性評価	CEUrbrecht	ハーブ & サプリメント	産調出版	東京	2007	1-1111
渡邊昌		WHO・FAO	栄養素の許容 上限摂取量の決め方	産調出版	東京	2007	1-340
渡邊昌		渡邊昌	病気予防百科	日本医療企画	東京	2008	1-1076
渡邊昌			食事でがんは 予防できる	光文社	東京	2008	1-211
渡邊昌	機能性食品因子	荒井惣一他	機能性食品の事典	朝倉書店	東京	2007	330-349

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	頁	出版年
1. Watanabe S, et al.	Strategy and design of the Saku Control Obesity Program.	AntiAging Med	4	70-73	2007
2. Morita A, Watanabe S, et al.	Anthropometric and Clinical Findings in Obese People: The Saku Control Obesity Program (SCOP).	AntiAging Med	5	13-16	2008
3. Ohmori et al.	Association of Personality (NEO-FFI) with Eating Behaviors and Physical Activity Levels in Obese Subjects in the Saku Control Obesity Program (SCOP).	AntiAging Med	4	43-50	2008
4. Sasaki S, et al.	Baseline dietary intake in the Saku Control Obesity Program (SCOP).	AntiAging Med	5	6-12	2008
5. Miyachi M, Watanabe S, et al.	The use of a uniaxial accelerometer to assess physical-activity-related energy expenditure in obese men and women: Saku Control Obesity Program (SCOP).	AntiAging Med	5	1-5	2008
6. Tanaka S, Miyachi M, Watanabe S, et al.	Basal metabolic rate of obese people.	AntiAging Med	5	17-21	2008
7. Aiba N, Watanabe S, et al.	Nutritional education and exercise treatment based on cognitive behavioral treatment in the Saku Control Obesity Program (SCOP).	AntiAging Med	5	39-45	2008
8. Yamada K, Watanabe S, et al.	DNA polymorphism of obese people in Saku Control Obesity				

Program. AntiAging Med 4:63-69, 2007

9. Watanabe S, Morioka M. Necessity of Obesity Control Program. AntiAging Med 4 : 74-75, 2007
-

IV. 研究成果の刊行物・別冊

Letter to the Editor

Necessity of obesity control for preventing life-style related diseases

Overweight and excess weight gains are part of a serious modern epidemic that affects the majority of Japanese adults and a growing proportion of youth. Such obesity is a major risk factor of metabolic syndrome and following diabetes mellitus, hypertension and other life-style related diseases.¹⁾ Effective primary prevention programs are urgently needed to address this public health issue.

Few studies have been conducted to intervene on these environmental influences for obesity prevention interventions. The Pound of Prevention study (POP) was the first weight gain primary prevention trial in adults in the USA.²⁾ Five key behaviors were targeted: 1) increase fruit intake, 2) increase vegetable intake, 3) increase physical activity especially walking, 4) increase frequency of self-weighing, and 5) decrease dietary fat intake. After three years, weight gain did not differ by treatment group. However, the intervention was successful in increasing the frequency of self-weighing and healthy weight control behaviors. Results of the POP study are encouraging and suggest several ways to improve the efficacy of a low intensity weight gain prevention program.

The Ministry of Health, Labour and Welfare distributed the guideline for eating habit and physical activity in 1999 and 2006, respectively,^{3,4)} but the prevalence of obesity and diabetes mellitus has continuously increasing.⁵⁾ In 2006, seven academic associations decided the criteria of metabolic syndrome and nationwide primary prevention is planned by implementing it to the mass screening program.⁶⁾

However, the proposed education method by the guideline is not yet evaluated by epidemiological program. It is necessary to show the efficacy of the intervention to control obesity. So, we planned to do the intervention study by the cognitive behavior alteration method through dietary change and physical activity under the support of the Ministry of Health, Labor and Welfare. The result of the current study will provide important information on the effectiveness of a broad-reaching weight-gain prevention program. It will also provide unique data about whether changing these environmental influences will have an impact on preventing weight gain. The incorporation of a stronger environmental component to support the behavioral recommendations and their implementation by individuals should also strengthen the intervention's effectiveness on body weight and behavior changes.⁷⁾

The pilot data provided useful planning information on intervention and measurement protocols. The current literature supports stronger and more specific behavioral recommendations to prevent weight gain.

Cognitive behavioral modification approaches for improving people's intrinsic motivation for weight loss and maintenance. Positive support, rewarding or praising, and modeling desired eating and exercise behaviors are important. Psychological and genetic (single nucleotide polymorphism) variables are also important to build so-called tailor-made nutrition or health education. In addition to the dietary intake and physical activity, eating behavior is another important variable.

We had an experience with the cooperation of public health center to make a cohort consisting of 40- to 59-year-old area residents in 1989.⁸⁾ The original purpose was to identify cancer and cardiovascular disease risks, but it expanded to find risks of diabetes mellitus, cataract and other chronic diseases. We selected the area for intervention trial in the same cohort area. Health Dock Center in the Saku Central Hospital registered more than 50,000 health-check up examinees, and their longitudinal data becomes backbone of our intervention trial.⁹⁾ A large scale population-based cohort study is desirable as a means of elucidating risk factors for chronic non-communicable diseases. However, for intervention studies nested clinical trial in the cohort is more effective.

Recent development of molecular biology opened a new field for epidemiology to measure biomarkers as indices of exposure and process of disease progression. Importance of genetic markers is found as special SNP being related to the obesity.¹⁰⁾ Psychological influence is also considered to be important.¹¹⁾ Based upon these requirement and possibility, multidisciplinary study from different dimensions is necessary.

In the separate reports we present the tabulated results of the baseline study on about 240 participants in the Saku Control Obesity Program (SCOP), including the biochemistry, behavior, eating habit and physical activity, psychology, genetic polymorphism, basal metabolic rate under the close collaboration between Nutritional Epidemiology Program, Health Promotion Program, Health Education Program in the National Institute of Health and Nutrition, Health Dock Center in the Saku Central Hospital, and the Nutritional Department, Tokyo University of Agriculture. We hope that it will prove to be of value as reference material to researchers in the public health field.

Shaw Watanabe, M.D.
National Institute of Health and Nutrition
Masahiro Morioka, M.D.
Saku Central Hospital

References

- 1) Grundy SM, Cleeman JI, Daniels SR, et al. Diagnosis and management of the metabolic syndrome: an American Heart Association/National Heart, Lung and Blood Institute Scientific Statement. *Circulation* 112:2735-2752, 2005.
- 2) Sherwood NE, Jeffery RW, French SA, et al. Predictors of weight gain in the Pound of Prevention study. *Int J Obes Relat Metab Disord* 24:395-403, 2000.
- 3) Ministry of Health, Labour and Welfare. Dietary guideline, 1985.
- 4) Ministry of Health, Labour and Welfare. Exercise guideline, 1993.
- 5) Yoshiike N, Seino F, Tajima S, et al. Twenty-year changes in the prevalence of overweight in Japanese adults: the National Nutrition Survey 1976-95. *Obes Rev* 3:183-190, 2002.
- 6) MHLW guideline mass screening H20.
- 7) McGuire MT, Wing RR, Klem ML, et al. Behavioral strategies of individuals who have maintained long-term weight losses. *Obes Res* 7:334-341, 1999.
- 8) Watanabe S, Tsugane S, Sobue T, et al. (Eds). Japan Public Health Center (JPHC) study on cancer and cardiovascular diseases. Report of baseline data. *J Epidemiol* 11:S1-S93, 2001.
- 9) Yamamoto S, Watanabe S. Geographic characteristics and mortality profiles in the JPHC study. *J Epidemiol* 11:S8-S23, 2001.
- 10) Yamada K, Takezawa J, Morita A, et al. DNA polymorphism of obese people in Saku Control Obesity Program (SCOP). *Anti-Aging Med* 4:63-69, 2007.
- 11) Ohmori Y, Suzuki N, Morita A, et al. for SCOP Group. Association of personality (NEO-Five Factor Inventory) with eating behaviors and physical activity levels in obese subjects in the Saku Control Obesity Program (SCOP). *Anti-Aging Med* 4:43-50, 2007.