

図3 教室前での体重と腹囲との相関

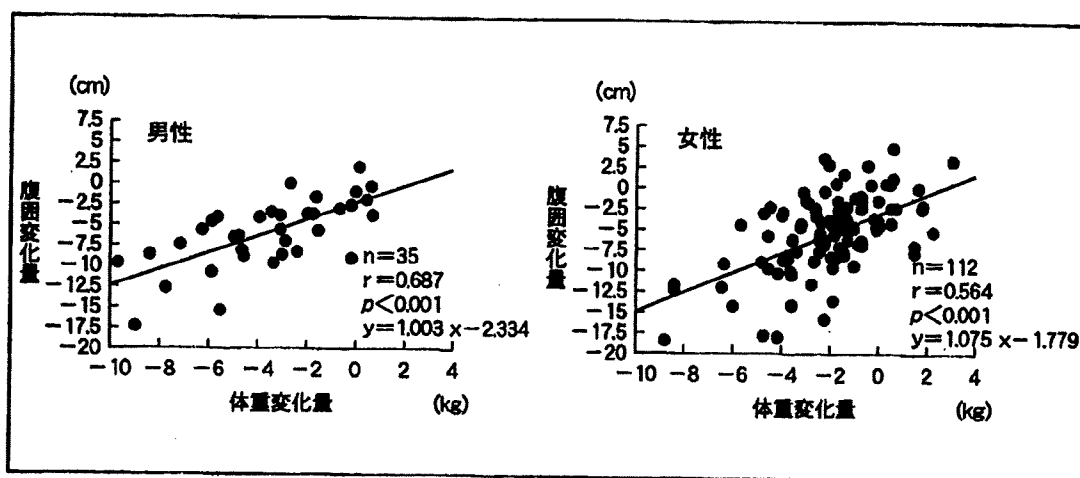


図4 体重変化量と腹囲変化量との相関

表3 BMI、年代区分による体重変化量と腹囲変化量との相関

	症例数	r	p	回帰式
BMI 25 以上	48	0.534	<0.0001	(腹囲変化量) = 0.985(体重変化量) - 1.873
BMI 25 未満	64	0.607	<0.0001	(腹囲変化量) = 1.221(体重変化量) - 1.591
50 歳以上	37	0.608	<0.0001	(腹囲変化量) = 1.433(体重変化量) - 1.775
50 歳未満	75	0.557	<0.0001	(腹囲変化量) = 0.946(体重変化量) - 1.667

量がない場合でも腹囲減少が認められた。

考察

今回の筆者らの検討から、運動を中心とした、1回90分、週1回、全12回の教室参加により、体重、腹囲、生活習慣の有意な改善を認めるとともに、体重1kgの減少は腹囲1cmの減少にほぼ相当した。

以前、筆者らは男性856人、女性1,779人におい

て、健診と受診時の生活習慣改善アドバイスをを行い、1年間での体重、腹囲の変化を検討した結果、体重1kgの変化が腹囲1cmの変化に相当することを明らかにしたが²⁾、運動を中心とした3カ月間のプログラムでも同様の結果が得られた。しかしながら、回帰直線からは体重変化がまったくない場合であっても、腹囲は男性2.334cm、女性1.779cmの減少が得られたことになった。

Rossらは、54人の閉経肥満女性を無作為に、食事減量群、運動減量群、運動非減量群、コントロール群の4群に分け、14週間の介入を行った結果、運動非減量群では、体重減少がなくてもウエスト囲が3.1 cm減少し、内臓脂肪が18%減少したことを報告している⁹⁾。運動による内臓脂肪の減少効果^{7,9)}、運動の筋量増加効果などが影響していることなどが原因として考えられ、運動中心の3カ月の本プログラムでは、体重減少をきたさない腹囲減少効果もあった可能性が考えられた。

また、腹囲が内臓脂肪量を比較的良好に反映し⁹⁾、内臓脂肪量、腹囲の減少が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予防、改善に有効であること¹⁰⁾、さらに、全身持久力の向上が、BMIと独立して、罹患率や死亡率を低下させること¹¹⁾を考え合わせると、運動を加えた減量プログラムを肥満予防、改善に取り入れていく必要があると思われた。

今回の検討ではいくつかの問題点も残る。まず、内臓脂肪面積の測定を直接行っておらず、今後、CTなどによる内臓脂肪測定を行う必要がある。また、本プログラムだけでなく、食事中心のプログラムをはじめとしたさまざまなプログラムによる介入を行い、比較検討する必要もある。

以上、当センターでがんがんスリムコースを実施した結果、体重1 kgの減少はほぼ腹囲1 cmの減少に相当した。

本研究の一部は、厚生労働省科学研究費補助金の助成によって行われた。また、内容などに関しては岡山県

健康づくり財団倫理委員会の承認を得た。

文 献

- 1) Pouillot MC, et al. Waist circumference and abdominal sagittal diameter: best simple anthropometric indexes of abdominal visceral adipose tissue accumulation and related cardiovascular risk in men and women. *Am J Cardiol* 1994; 73: 460-8.
- 2) 宮武伸行, ほか. 肥満者のための健康支援～岡山県南部健康づくりセンターのとりくみ～. *臨床スポーツ医学* 2005; 22: 905-10.
- 3) Miyatake N, et al. Relationship between changes in body weight and waist circumference in Japanese. *Environ Health Prev Med* 2007; 12: 220-3.
- 4) 運動所要量・運動指針の策定検討会. 健康づくりのための運動指針 2006～生活習慣病予防のために～. 平成 18 年 7 月.
- 5) 宮武伸行, ほか. 岡山県南部健康づくりセンターにおける生活習慣尺度 (ライフスタイルチェック) の作成. *保健の科学* 2004; 46: 619-22.
- 6) Ross R, et al. Exercise-induced reduction in obesity and insulin resistance in women: a randomized controlled trial. *Obes Res* 2004; 12: 789-98.
- 7) Horowitz JF, et al. Effect of endurance training on lipid metabolism in women: a potential role for PPARalpha in the metabolic response to training. *Am J Physiol Endocrinol Metab* 2000; 279: E 348-E 355.
- 8) Arner P, et al. Adrenergic regulation of lipolysis in situ at rest and during exercise. *J Clin Invest* 1990; 85: 893-8.
- 9) Miyatake N, et al. Evaluation of visceral adipose tissue accumulation in Japanese women and establishment of prediction formula. *Acta Diabetologica* 2004; 41: 113-7.
- 10) National Institutes of health National Heart Lung and Blood Institute. Clinical guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults: the evidence report. *Obes Res* 1998; 6: S 51-S 210.
- 11) Blair SN, et al. Physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy men and women. *JAMA* 1989; 262: 2395-401.

岡山県南部健康づくりセンター —メタボリックシンドローム予防,改善の取り組み—

沼田 健之*, 西河 英隆*, 宮武 伸行*

はじめに

岡山県南部健康づくりセンター(以下センター)は、平成9年の事業開始以来、食事、運動、休養を3つの柱に、肥満や糖尿病などの生活習慣病の一次予防に積極的に取り組んできた^{1,2)}。2005年4月、日本内科学会などからわが国におけるメタ

ボリックシンドロームの診断基準が新たに発表され、メタボリックシンドローム予防、改善に関する適切な介入方法に大きな関心が集まっている。当センターでも、メタボリックシンドローム対策を事業の中心の1つととらえているが、今回当センターにおけるメタボリックシンドロームの予防、改善の取り組みについて紹介する。

表-1 岡山県南部健康づくりセンターにおけるメタボリックシンドロームの頻度

年齢	症例数	ウエスト	血圧	耐糖能障害	脂質代謝障害	メタボリックシンドローム
		ウエスト \geq 85cm(男性) ウエスト \leq 90cm(女性)	最高血圧 \geq 130mmHg かつ/または 最低血圧 \geq 85mmHg	空腹時血糖 \geq 110mg/dl	中性脂肪 \geq 150mg/dl かつ/または HDLコレステロール $<$ 40mg/dl	
男性						
20-29	82	24(29.3)	28(34.1)	6(7.3)	23(28.0)	10(12.2)
30-39	180	87(48.3)	87(48.3)	24(13.3)	89(49.4)	40(22.2)
40-49	268	162(60.4)	167(62.3)	62(23.1)	150(56.0)	97(36.2)
50-59	222	124(55.9)	146(65.8)	88(39.6)	109(49.1)	75(33.8)
60-69	122	67(54.9)	89(73.0)	49(40.2)	73(59.8)	50(41.0)
70-79	34	11(32.4)	25(73.5)	9(26.5)	12(35.3)	7(20.6)
合計	908	475(52.3)	542(59.7)	238(26.2)	456(50.2)	279(30.7)
女性						
20-29	147	3(2.0)	15(10.2)	1(0.7)	24(16.3)	1(0.7)
30-39	180	6(3.3)	31(17.2)	5(2.8)	40(22.2)	1(0.6)
40-49	325	18(5.5)	113(34.8)	19(5.8)	82(25.2)	7(2.2)
50-59	370	25(6.8)	210(56.8)	46(12.4)	138(37.3)	19(5.1)
60-69	238	19(8.0)	165(69.3)	48(20.2)	106(44.5)	13(5.5)
70-79	60	9(15.0)	51(85.0)	18(30.0)	38(63.3)	7(11.7)
合計	1,320	80(6.1)	585(44.3)	137(10.4)	428(32.4)	48(3.6)

(): %

* 岡山県南部健康づくりセンター

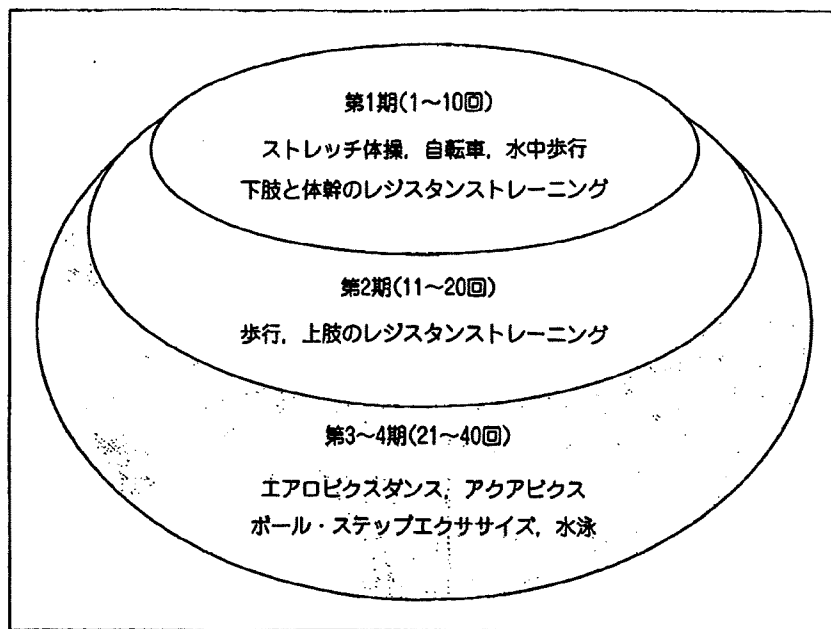


図-1 運動プログラム

メタボリックシンドロームの臨床的意義

当センターでのメディカルチェック, ヘルスチェック(健診)受診者のデータから, メタボリックシンドロームの頻度は, 男性30.7%, 女性3.6%で, 約10倍の開きを認めた(表-1). 男性では年齢とともに頻度が増加する傾向があり, 女性では閉経期以降に頻度が増加したが, 著明な男女差が認められた. これは男性ウエスト85cm以上の割合(52.3%)に比較して, 女性ウエスト90cm以上の割合(6.1%)が著明に低いことが原因と思われる³⁾.

メタボリックシンドロームが心臓病の重大な原因となることが明らかにされている. それに加えて, 蛋白尿, 肝機能障害, 痛風, 高尿酸血症の危険性も非常に高いことが明らかとなった. 男性のメタボリックシンドロームでは尿蛋白 \pm 以上が15.1%で, 非メタボリックシンドローム11.2%に比較して有意に頻度が高く, 女性でもメタボリックシンドロームでは, \pm 以上が17.8%で, 非メタボリックシンドローム6.7%に比較して, 有意に頻度が高かった⁴⁾. また, メタボリックシンドロームでは肝機能障害⁵⁾, 高尿酸血症(投稿中)も高率に認められ, 心臓病だけでなく, さまざまな病態とかかわっていることが明らかとなった.

表-2 介入前後でのメタボリックシンドロームの変化

	プログラム 前	プログラム 後
メタボリックシンドローム(-)	10	20
メタボリックシンドローム(+)	22	12

$p < 0.05$

表-3 37歳, 男性

	プログラム 前	プログラム 後
ウエスト(cm)	86.5	84.2
最高血圧(mmHg)	144	136
最低血圧(mmHg)	108	90
中性脂肪(mg/dl)	75	85
HDLコレステロール(mg/dl)	40	49
血糖(mg/dl)	102	87
尿蛋白	\pm	-

メタボリックシンドロームと生活習慣

メタボリックシンドロームの人の生活習慣を調査すると, メタボリックシンドロームの人は早食いで, 常に腹一杯食べ, 過去に減量の失敗の経験があった⁶⁾. 運動不足も認められ, 全身持久力⁷⁾, 体重当たりの筋力は有意に低下してい

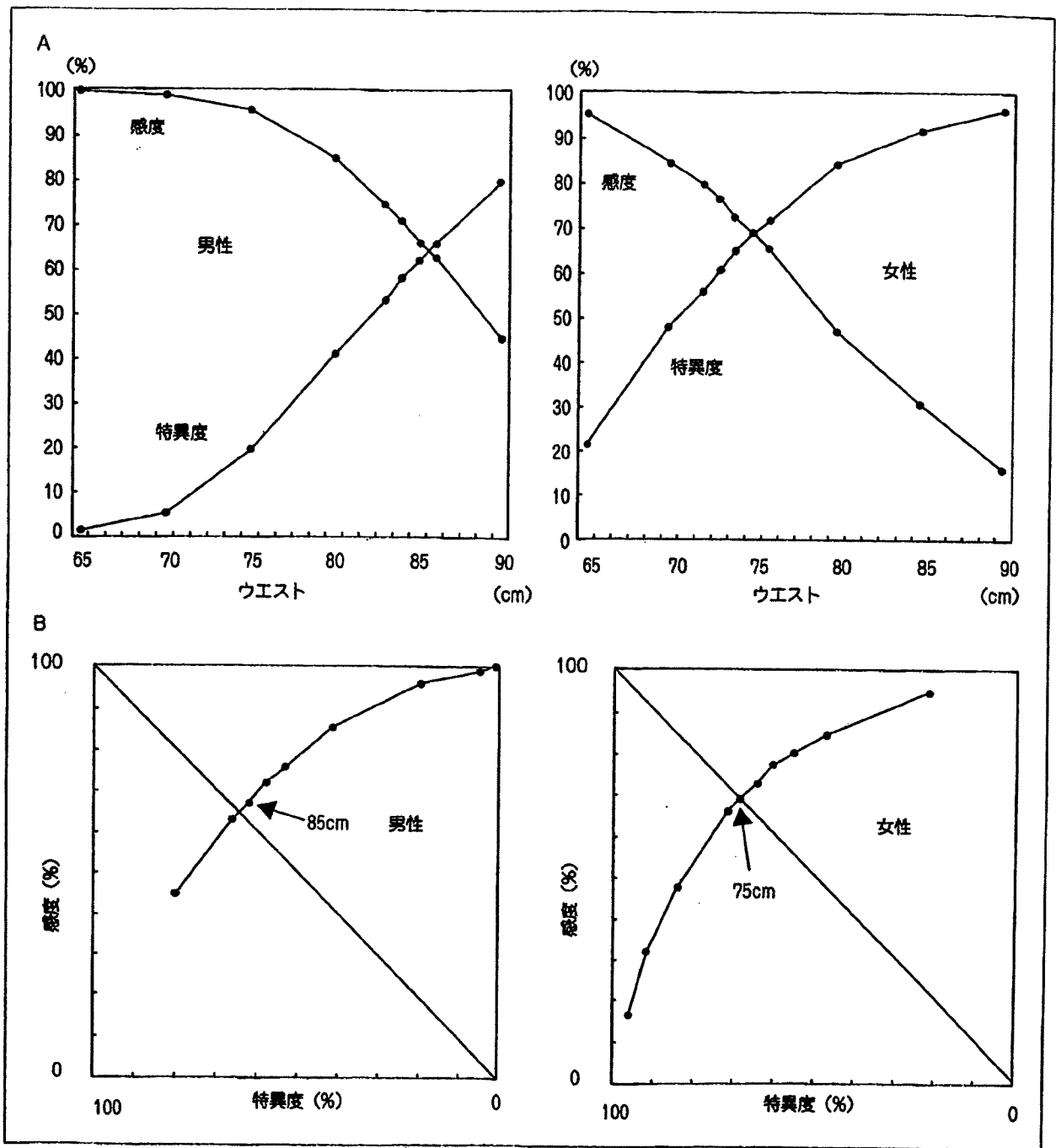


図-2 感度, 特異度, ROC (receiver operating characteristic) 曲線によるウエスト围の再評価
A. 感度, 特異度曲線, B. ROC 曲線.

た⁸⁾. また, 男性の喫煙習慣のある人ではメタボリックシンドロームの頻度が非喫煙者に比較すると有意に高く, 喫煙本数の多い男性ほど, メタボリックシンドロームの頻度が高かった⁹⁾. さらに男性のメタボリックシンドロームの人は, 身体的ストレス度が有意に高かった(投稿中). これらの

ことから, メタボリックシンドロームの予防, 改善においては, 運動, 食事, 休養などの生活習慣が非常に大切で, 男性ではタバコも含めた生活習慣の是正が必要と思われた.

メタボリックシンドロームに対する 生活習慣改善の試み

以前当センターでは、中年男性肥満者を対象に、それぞれの歩数や体力の評価に基づいた、1年間の運動プログラムを作成、実施した。このプログラムは、第1期は柔軟性と下肢筋力アップを中心に基礎体力をつくる、第2期は歩行と上肢の筋力アップで運動量を増やす、第3期は運動、スポーツを楽しむ、第4期は運動の継続を考えることに配慮し、肥満者が無理なく運動を継続できるように計画した(図-1)。また、1回90分、週1回で、食事のアドバイスはとくに行わず、運動中心の介入であった。有酸素運動の指標としては、呼気ガス分析装置を用いて換気性閾値を求め、利用した¹⁰⁾。

プログラムの継続率は66%で、プログラムの実施によって、体重減少(約3kg)、内臓脂肪面積の減少はもちろんのこと、インスリン抵抗性¹¹⁾、血圧¹²⁾、レプチン抵抗性¹³⁾の改善をはじめとしたさまざまな効果が認められた。今回、2005年4月に策定されたわが国のメタボリックシンドロームの新基準を用いてメタボリックシンドロームの観点から再検討を行った。プログラム参加者61名のうち、プログラムの継続者で、前後でメタボリックシンドロームの評価を行えた32名で検討すると、プログラム前にメタボリックシンドロームと診断されたのは22名(32名のうち68.8%)であったが、プログラム後には12名(37.5%)と有意に減少していた(表-2)¹⁴⁾。試験紙法による尿蛋白検査では、プログラム前試験紙法±1名が、プログラム後には0名となり、この症例では、同時にウエスト囲の減少、血圧、HDLコレステロール、血糖値の改善が認められた(表-3)。また、女性に対しても、食事、運動、休養の生活習慣改善プログラムによって、メタボリックシンドローム予防、改善効果を認めている¹⁵⁾。われわれの検討からも生活習慣の改善がメタボリックシンドロームの改善に有効であったことが改めて確認できた。

診断基準について

前述のように当センターでのメタボリックシンドロームの頻度は、著明な男女差を認めた。これはわが国の虚血性心疾患、脳血管障害の頻度とは少し異なるものと思われる。そこで、Haraら¹⁶⁾の方法にならない、感度、特異度曲線、ROC(receiver operating characteristic) curveを用いて、危険因子集積のための最も感度と特異度の和が大きくなるウエスト囲を男女別に求めた。結果、男性85cm、女性75cmとなり(図-2)、女性のウエスト囲の基準は現在よりも低く設定した方がよいかもしいかと思われる¹⁷⁾。

今後の課題

わが国では近々、メタボリックシンドロームの概念を取り入れた健診がスタートする予定である。現在、当センターでは独立行政法人国立健康栄養研究所などと共同で、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一次予防に関するプロジェクトが進行中である。今後はこのような調査研究を通してソフトの開発をすすめるとともに、行政、大学、企業などとの地域連携、医師だけでなく、保健師、運動指導員、栄養士などとの職種間連携を確立し、メタボリックシンドロームの予防、改善に積極的にかかわっていきたい。

本紹介の一部は厚生労働省科学研究費補助金の助成によって行われた。

文 献

- 1) 藤井昌史：岡山県南部健康づくりセンター。臨床スポーツ医学 16：1355-1359, 1999.
- 2) 宮武伸行ら：肥満者のための健康支援－岡山県南部健康づくりセンターの取り組み－。臨床スポーツ医学 22：905-910, 2005.
- 3) Miyatake, N. et al. : Prevalence of metabolic syndrome in Okayama prefecture, Japan. Internal Medicine 45 : 107-108, 2006.
- 4) Miyatake, N. et al. : Relationship between metabolic syndrome and proteinuria in the Japanese population. Internal Medicine 45 : 599-

603, 2006.

- 5) Miyatake, N. et al. : Comparison of hepatic enzymes between Japanese men with and without metabolic syndrome. Acta. Medica Okayama (in press).
- 6) 宮武伸行ら：メタボリックシンドロームと生活習慣との関連. 保健の科学(印刷中).
- 7) Miyatake, N. et al. : Comparison of ventilatory threshold between Japanese men with and without metabolic syndrome. Diabetes Research and Clinical Practice (in press).
- 8) Miyatake, N. et al. : Comparison of muscle strength between Japanese men with and without metabolic syndrome. Acta. Medica Okayama (in press).
- 9) Miyatake, N. et al. : Relationship between metabolic syndrome and cigarette smoking in the Japanese population. Internal Medicine 45 : 1039-1043, 2006.
- 10) 西河英隆ら：男性肥満者に対する運動プログラムの評価. 日本公衛誌 49 : 1087-1095, 2002.
- 11) Miyatake, N. et al. : Daily walking reduces visceral adipose tissue areas and improves insulin resistance in Japanese obese subjects. Diabetes Research and Clinical Practice 58 : 101-107, 2002.
- 12) Miyatake, N. et al. : Daily exercise lowers blood pressure and reduces visceral fat in overweight Japanese men. Diabetes Research and Clinical Practice 62 : 149-157, 2003.
- 13) Miyatake, N. et al. : Changes in serum leptin concentrations in overweight Japanese men after exercise. Diabetes Obesity and Metabolism 6 : 332-337, 2004.
- 14) 宮武伸行ら：メタボリックシンドロームにおける運動と腎障害. 腎と透析 60 : 612-615, 2006.
- 15) 宮武伸行ら：メタボリックシンドロームからみた肥満予防, 改善教室の成果. 臨床スポーツ医学 22 : 737-742, 2005.
- 16) Hara, K. et al. : A proposal for the cutoff point of waist circumference for the diagnosis of metabolic syndrome in the Japanese population. Diabetes Care 29 : 1123-1124, 2006.
- 17) Miyatake, N. et al. : Re-evaluation of waist circumference in metabolic syndrome - A comparison between Japanese men and women -. Acta. Medica Okayama (in press).

許諾済複写物シールについてのお知らせ

日本著作出版権管理システム

JCLSが許諾した複写物には、許諾済複写物シールが貼付されています。

日本著作出版権管理システム(JCLS)が正規に許諾した複写物のうち、

- ①スポット契約(個人や団体の利用者が複写利用のつど事前に申告してJCLSがこれを許可する複写利用契約)の複写物
- ②利用者による第三者への頒布を目的とした複写物
- ③JCLSと利用契約を締結している複写事業者(ドキュメントサプライヤー=DS)が提供する複写物

については、当該複写物が著作権法に基づいた正規の許諾複写物であることを証明するため、下記見本の「許諾済複写物シール」を2006年1月1日より複写物に貼付いたします。

なお、社内利用を目的とした包括契約(自社の保有資料を自社で複写し、自社内で使用)分の複写物にはシール貼付の必要はありません。

許諾済複写物シールについてのお問い合わせは、
(株)日本著作出版権管理システム(JCLS)までお願い申し上げます。
電話 03-3817-5670、Fax 03-3815-8199、E-mail : info@jcls.co.jp



シール見本(実物は直径17mm)

調査研究

メタボリックシンドロームと生活習慣との関連

宮武 伸行¹⁾, 松本 純子²⁾, 西河 英隆³⁾, 国橋由美子⁴⁾
 藤井 昌史⁵⁾, 宮地 元彦⁶⁾, 高橋 佳子⁷⁾, 沼田 健之⁸⁾

はじめに

メタボリックシンドロームは内臓脂肪の蓄積を基盤に、高血圧、耐糖能障害、脂質代謝異常などが集積し、動脈硬化をもたらすとして注目されている¹⁾。日本では2005年4月、メタボリックシンドローム診断基準検討委員会により診断基準が公表された²⁾。

メタボリックシンドロームの予防、改善では薬物療法にも増して、日々の運動や食事の生活習慣が重要であることは容易に予想される。今回われわれは、今後のメタボリックシンドロームの予防、改善のための適切な生活習慣介入法の資料とするために、わが国のメタボリックシンドロームの診断基準を用いて、メタボリックシンドロームと生活習慣との関連を検討した。

1. 対象と方法

対象は、岡山県南部健康づくりセンターで、形態計測、安静時血圧測定、空腹時採血、自記式アンケートによる生活習慣調査を行なった男性1,252名、女性1,934名、合計3,186名であった(表1)。

形態計測では、身長、体重、ウエスト囲、ヒップ囲を、空腹時採血では、中性脂肪、HDLコレステロール、血糖を測定した。また、食事、運動、タバコ、アルコールに関する13項目の自記式アンケートを行なった(表2)。

メタボリックシンドロームの診断は、わが国の診断基準²⁾にしたがって、ウエスト囲男性85cm以上、女性90cm以上を必須として、①空腹時血糖110mg/dL以上、②最高血圧130mmHg以上

- 筆者：1) 岡山県南部健康づくりセンター医師
 2) 岡山県南部健康づくりセンター臨床検査技師
 3) 岡山県南部健康づくりセンター運動指導員
 4) 岡山県南部健康づくりセンター管理栄養士
 5) 川崎医科大学健康管理学教授
 6) 国立健康栄養研究所運動ガイドラインプロジェクトリーダー
 7) 国立健康栄養研究所特別研究員
 8) 岡山県南部健康づくりセンターセンター長

表1 対象

	男性	女性
症例数	1,252	1,934
年齢	46.7 ± 12.3	48.5 ± 12.6
身長 (cm)	168.7 ± 6.0	155.8 ± 5.7
体重 (kg)	71.1 ± 11.7	56.1 ± 9.0
ウエスト (cm)	85.3 ± 9.8	73.7 ± 9.6
ヒップ (cm)	94.5 ± 6.2	91.2 ± 6.1
安静時最高血圧(mmHg)	130.0 ± 15.8	124.2 ± 17.5
安静時最低血圧(mmHg)	81.3 ± 11.2	76.3 ± 10.3
中性脂肪 (mg/dL)	147.1 ± 117.4	97.4 ± 69.7
HDLコレステロール (mg/dL)	54.9 ± 14.8	66.8 ± 16.6
空腹時血糖 (mg/dL)	105.9 ± 28.4	96.3 ± 20.2

平均値 ± SD

表2 生活習慣に関するアンケート

1) タバコを吸いますか。	はい	いいえ	やめた
2) 酒（アルコール）を飲みますか。	はい	いいえ	やめた
3) 家庭の料理の味と比べて、外食の料理の味はどうか。	薄く感じる	ほとんど同じ	濃く感じる
4) めん類を食べる時、汁を残していますか。	ほとんど残す	半分残す	ほとんど飲む
5) 食事の時間は規則正しいですか。	不規則	時々不規則	規則的
6) よくかんで食べていますか。	早食い	時々不規則	規則的
7) 1回の食事の量はどのくらいですか。	常に腹一杯	時々不規則	常に腹八分目
8) 食事をしないことがありますか。	1日1回はある	週2~3回	ほとんどない
9) 外食、店惣物、市販の弁当をどのくらい食べていますか。	1日1~2回	週2~3回	ほとんど食べない
10) 間食や夜食をとることがありますか。	ほとんど毎日	週2~3回	ほとんどとらない
11) 食事は自分で作りますか。	ほとんどつくる	時々つくる	ほとんどつくらない
12) 減量のため食事制限をしたことがありますか。	はい	いいえ	
13) 現在、定期的（1日合計30分以上を週2回以上行ない、3カ月以上継続）に運動していますか。	はい	いいえ	

または最低血圧 85mmHg 以上、③中性脂肪 150mg/dL 以上または HDL コレステロール 40mg/dL 未満の 3 項目のうち 2 項目以上を満たす場合とした。それぞれの疾患で薬物療法中の場合は、それぞれの項目に含めることとした。

結果は、平均値±標準偏差で表し、有意差検定は χ^2 検定、ロジスティック回帰分析を用い、5% 未満を有意とした。

2. 結果

3,186 名でのメタボリックシンドロームの頻度を検討した結果を表 3 に示す。ウエスト囲 85cm 以上を満たした男性は 1,252 名中 618 名 (49.4%) であった。一方、女性 90cm 以上を満たしたのは 1,934 名中 126 名 (6.5%) であった。メタボリックシンドロームの頻度は、男性は 70 歳未満では加齢とともに増加し、全体では 335 名 (26.8%) がメタボリックシンドロームと診断された。女性は、閉経期以後加齢とともに増加したが、全体では 69 名 (3.6%) のみがメタボリックシンドロームと診断され、著明な男女差が認められた。

メタボリックシンドロームと生活習慣との関連を χ^2 検定により検討すると (表 4)、男性では「タバコを吸いますか」、「よくかんで食べていま

すか」、「1回の食事の量はどのくらいですか」、「減量のため食事制限をしたことがありますか」、「現在、定期的（1日合計30分以上を週2回以上行ない、3カ月継続）に運動していますか」の項目で有意な関連が認められた。女性では、「よくかんで食べていますか」、「減量のため食事制限をしたことがありますか」の項目で有意な関連を認めた。

年齢の影響を考慮し、ロジスティック回帰分析により検討すると (表 4) 男女とも「よくかんで食べていますか」、「1回の食事の量はどのくらいですか」、「減量のため食事制限をしたことがありますか」、「現在、定期的（1日合計30分以上を週2回以上行ない、3カ月継続）に運動していますか」で有意な関連を認め、男性では「タバコを吸いますか」の項目でも有意な関連を認めた。つまり、男女ともメタボリックシンドローム群では、早食いで、常に腹一杯食べ、運動不足で、減量経験があるという生活習慣が明らかとなった。また、男性ではタバコとの関連も明らかとなった。

なお、メタボリックシンドロームとの関連が認められた早食い、常に腹一杯食べ、運動不足という 3 つの生活習慣のうち、3 つとも満たす場合のメタボリックシンドロームの頻度は、男性 24 名中 4 名 (16.7%)、女性 38 名中 2 名 (5.3%)、2 つ満たす場合は男性 263 名中 86 名 (32.7%)、女

表3 性別、年代別メタボリックシンドロームの頻度

年齢	症例数	ウエスト ウエスト≥85cm(男性) ウエスト≥90cm(女性)	血圧 最高血圧≥130mmHg かつ/または 最低血圧≥85mmHg	耐糖能障害 空腹時血糖≥110mg/dL	脂質代謝障害 中性脂肪≥150mg/dL かつ/または HDLコレステロール< 40mg/dL	メタボリック シンドローム
男性						
20~29	114	32 (28.1)	40 (35.1)	10 (8.8)	29 (25.4)	13 (11.4)
30~39	270	116 (43.0)	123 (45.6)	32 (11.9)	125 (46.3)	45 (16.7)
40~49	354	200 (56.5)	211 (59.6)	73 (20.6)	189 (53.4)	114 (32.2)
50~59	305	166 (54.4)	199 (65.2)	108 (35.4)	142 (46.6)	93 (30.5)
60~69	170	90 (52.9)	125 (73.5)	64 (37.6)	99 (58.2)	61 (35.9)
70~79	39	14 (35.9)	31 (79.5)	11 (28.2)	15 (38.5)	9 (23.1)
合計	1,252	618 (49.4)	729 (58.2)	298 (23.8)	599 (47.8)	335 (26.8)
女性						
20~29	197	4 (2.0)	18 (9.1)	2 (1.0)	32 (16.2)	1 (0.5)
30~39	265	12 (4.5)	44 (16.6)	11 (4.2)	62 (23.4)	5 (1.9)
40~49	500	28 (5.6)	155 (31.0)	29 (5.8)	115 (23.0)	10 (2.0)
50~59	571	39 (6.8)	293 (51.3)	67 (11.7)	217 (38.0)	25 (4.4)
60~69	333	29 (8.7)	220 (66.1)	57 (17.1)	169 (50.8)	17 (5.1)
70~79	68	14 (20.6)	60 (88.2)	22 (32.4)	47 (69.1)	11 (16.2)
合計	1,934	126 (6.5)	790 (40.8)	189 (9.7)	642 (33.2)	69 (3.6)

() は%

性272名中13名(4.8%), 1つ満たす場合は男性569名中153名(26.9%), 女性891名中36名(4.0%), まったく満たさない場合は男性396名中92名(23.2%), 女性733名中18名(2.5%)であった。

3. 考 察

今回の3,186名の検討から、メタボリックシンドロームの頻度は、男性26.8%, 女性3.6%で著明な男女差が認められた。わが国の疫学研究である端野、杜警町研究では40歳以上の男性808名のうち21%がメタボリックシンドロームと診断された²⁾。われわれも以前、当センター利用者男性908名、女性1,320名、合計2,228名でメタボリックシンドロームの頻度を検討した結果、男性30.7%, 女性3.6%がメタボリックシンドロームと診断された³⁾。今回、3,186名での検討結果も以前のわれわれの報告とほぼ同様であった。男女差は、健診受診者であること、高齢者では一般地域住民に比べると比較的健康な人が多いことも考

えられるが、女性でウエスト囲90cm以上を満たすのが6.5%と少ないことが大きな原因と思われる。今後は、女性のウエスト基準をもう少し低めに設定した方がよいのではないかと⁴⁾などのメタボリックシンドロームの診断基準に関する検討、継続的に脳血管障害、心疾患などの発症との関連を調査することが必要であろう。

今回の検討のもうひとつの特筆すべき点は、わが国の診断基準を用いたメタボリックシンドロームと生活習慣との関連を明らかにしたことである。男女ともメタボリックシンドローム群では、早食いで、常に腹一杯食べ、運動不足で、減量経験があるという生活習慣が明らかとなった。また、男性ではタバコとの関連も明らかとなった。横山ら⁵⁾は、492名の2型糖尿病患者で、生活習慣がメタボリックシンドローム各因子へおよぼす影響をアンケートにより調査し、「朝食をとらない」、「満腹まで食べる」、「肉や魚またご飯やめん類をたっぷり食べる」、「イライラすると食べる」がBMIとの強い関連を認め、「食べる速度が速い」、「日常でよく歩かない」がBMIに加え、血圧、

表4 メタボリックシンドロームと生活習慣との関連

質問	男性			女性		
	MS(-)	MS(+)	年齢補正後	MS(-)	MS(+)	年齢補正後
タバコを吸いますか。 はい いいえ やめた	309 383 225	138 105 92	p < 0.01 p < 0.01	139 1,694 32	5 62 2	
酒(アルコール)を飲みますか。 はい いいえ やめた	666 226 25	251 73 11		615 1,231 19	16 52 1	
家庭の料理の味と比べて、外食の料理の味はどうか。 薄く感じる ほとんど同じ 濃く感じる	34 313 570	12 137 186		68 589 1,211	5 20 44	
めん類を食べる時、汁を残していますか。 ほとんど残す 半分残す ほとんど飲む	181 436 300	56 160 119		830 828 207	24 33 12	
食事の時間は規則正しいですか。 不規則 時々不規則 規則的	158 379 380	48 138 149		180 839 846	6 30 33	
よくかんで食べていますか。 早食い 時々不規則 規則的	346 494 77	165 153 17	p < 0.01 p < 0.01	553 1,154 158	32 31 6	p < 0.01 p < 0.01
1回の食事の量はどのくらいですか。 常に腹一杯 時々腹一杯 常に腹八分目	115 616 186	59 223 53	p < 0.05 p < 0.01	266 1,293 306	16 43 10	p < 0.05
食事をしないことがありますか。 1日1回はあ 週2~3回 ほとんどない	92 115 710	26 37 272		137 181 1,547	4 5 60	
外食、店屋物、市販の弁当をどのくらい食べていますか。 1日1~2回 週2~3回 ほとんど食べない	319 319 279	131 103 101		189 637 1,039	5 28 36	
間食や夜食をとることがありますか。 ほとんど毎日 週2~3回 ほとんどとらない	89 308 520	47 107 181		517 621 727	19 20 30	
食事は自分でつくりますか。 ほとんどつくる 時々つくる ほとんどつくらない	56 203 658	15 70 250		1,454 258 53	55 9 5	
減量のため食事制限をしたことがありますか。 はい いいえ	212 705	140 195	p < 0.01 p < 0.01	599 1,266	44 25	p < 0.01 p < 0.01
現在、定期的(1日合計30分以上を週2回以上行ない、3カ月以上継続)に運動していますか。 はい いいえ	369 548	113 222	p < 0.05 p < 0.01	662 1,203	20 49	p < 0.05

MS:メタボリックシンドローム

HbA1c, 中性脂肪, HDL コレステロールとも有意に関連したと報告している。厚生労働省研究班の調査では、内臓脂肪蓄積者では、「満足するまで食べる」、「甘いものが好き」、「野菜がきらい」、「間食をよくとる」、「運動量が少ない」という特徴が明らかにされている¹⁾。われわれも以前、肥満者(BMI 26.4以上)の生活習慣を性と年齢を一致させた正常体重者(BMI 19.8以上24.2未満)、過体重者(BMI 24.2以上26.2未満)と比較し、男性肥満者は、不規則な生活をし、常に腹一杯まで食べる、女性肥満者は、不規則な生活をし、早食いで、減量のため食事制限をしたことがあることを報告した⁶⁾。また、8,000人あまりの検討からも肥満度と生活習慣との有意な関連を認めた⁷⁾。今回、わが国の診断基準を用いたメタボリックシンドロームと生活習慣との間にも有意な関連が認められ、メタボリックシンドロームの予防、改善における生活習慣の大切さが改めて確認できた。特にメタボリックシンドロームでは、男女とも「早食い」、「常に腹一杯まで食べる」、「運動不足」を改善し、減量を上手に成功させるように導くことが重要で、男性では「タバコ」を含む生活習慣の乱れがメタボリックシンドロームの罹患に関連していることをよく理解させることも必要である。

しかしながら、本検討ではいくつかの問題点も残る。今回、われわれは生活習慣の指標として、13項目の質問を用いたが、この13項目が生活習慣を全般的に表すという明確な根拠はない。したがって、今後はより根拠のある指標を用いた検討が必要であろう。また、本検討は横断調査である。足達ら⁸⁻¹⁰⁾は行動科学の臨床応用である行動療法を減量に適用し、生活習慣の改善をとおしてその有用性を明らかにするとともに、高コレステロール血症、糖尿病などにも応用できることを報告している。したがって、今後今回の結果をもとにした介入調査によって、生活習慣改善によるメタボリックシンドロームの予防、改善効果を検討することも必要である。

4. まとめ

わが国のメタボリックシンドロームの診断基準を用いて生活習慣との関連を検討した結果、メタボリックシンドロームでは、早食いで、常に腹一杯食べ、運動不足で、減量経験があるという生活習慣が明らかとなった。また、男性では「タバコ」を含む生活習慣の乱れもメタボリックシンドロームの罹患に関連しているものと思われた。

本研究の一部は、厚生労働科学研究費補助金(生活習慣病一次予防に必要な身体活動量・体力基準値策定を目的とした大規模介入研究:H18-循環器等一若手-002)の助成によって行なわれた。

文 献

- 1) 松澤佑次:メタボリックシンドローム実践マニュアル。フジメディカル出版, 2005.
- 2) メタボリックシンドローム診断基準検討委員会:メタボリックシンドロームの定義と診断基準。日内会誌, 94:188-203, 2005.
- 3) Miyatake N et al.: Prevalence of metabolic syndrome in Okayama prefecture, Japan. Intern Med, 45:107-108, 2006.
- 4) Hara K et al.: A proposal for the cutoff point of waist circumference for the diagnosis of metabolic syndrome in the Japanese population. Diabetes Care, 29:1123-1124, 2006.
- 5) 横山宏樹ほか:メタボリックシンドローム関連因子(BMI, HbA1c, 血圧, 中性脂肪, HDLコレステロール)へ及ぼす生活習慣の影響—生活習慣アンケート調査から—。糖尿病, 48:809-813, 2005.
- 6) 宮武伸行ほか:肥満に及ぼす生活習慣関連因子の検討。診断と治療, 89:1179-1182, 2001.
- 7) 宮武伸行ほか:肥満度別の生活習慣および肥満関連の健康障害の検討。保健の科学, 45:69-74, 2003.
- 8) 足達淑子:行動療法を健康支援の新しい戦略に。健康支援, 1:3-9, 1999.
- 9) 足達淑子:肥満に対する行動療法の効果とその予測因子。行動療研, 15:36-55, 1989.
- 10) 足達淑子ほか:高コレステロール血症に対する行動的健康教育と効果の維持。臨床, 82:277-282, 1993.

Relationship between Changes in Body Weight and Waist Circumference in Japanese

Nobuyuki MIYATAKE¹, Sumiko MATSUMOTO¹,
Motohiko MIYACHI², Masafumi FUJII³ and Takeyuki NUMATA¹

¹Okayama Southern Institute of Health, Okayama Health Foundation, Okayama, Japan

²National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, Japan

³Department of Health Care Medicine, Kawasaki Medical School, Kurashiki, Japan

Abstract

Objectives: We investigated the correlation between changes in body weight and body composition parameters.

Methods: We used the data of 2635 Japanese (40.2±12.2 years) at baseline and at 1-year follow-up from a database of 13522 subjects, which is available at the Okayama Southern Institute of Health in Okayama prefecture, Japan. Body weight, waist circumference at the umbilical level, hip circumference, and body fat percentage were used in the analyses.

Results: Body composition parameters were significantly reduced after 1 year. Changes in body weight significantly correlated with changes in waist circumference, changes in hip circumference, and changes in body fat percentage. A decrease in body weight of 3 kg corresponded to a 3.45 cm decrease in waist circumference in men and a 2.83 cm decrease in that in women.

Conclusion: A decrease in body weight of 3 kg corresponded to an almost 3 cm decrease in waist circumference at the umbilical level in Japanese men and women.

Key words: body weight, waist circumference, hip circumference, body fat percentage

Introduction

Metabolic syndrome has become a public health issue in Japan (1). For example, 30.7% of men and 3.6% of women are diagnosed as having metabolic syndrome (2), and reducing visceral fat is considered to be a critical therapeutic approach (1). In 2006, a 3 kg decrease in body weight and a 3 cm decrease in waist circumference were recommended by the Japan Society for the Study of Obesity (JASSO) (<http://www.soc.nii.ac.jp/jasso/>, accessed on Jan 25, 2007) for the prevention and alleviation of metabolic syndrome. However, the link between changes in body weight and waist circumference still remains to be investigated. Therefore, we evaluated how changes in body weight correlate with changes in body composition parameters, namely, waist circumference, hip circumference, and body fat percentage, using baseline and 1-

year follow-up data of a large sample of the Japanese population, which is available at the Okayama Southern Institute of Health in Okayama prefecture, Japan.

Subjects and Methods

Subjects

We used the retrospective data of 2635 Japanese (40.2±12.2 years) from a database of 13522 subjects (42.5±14.9 years) who underwent an annual health check-up from June 1997 to March 2005 at the Okayama Southern Institute of Health in Okayama prefecture, Japan, for the purpose of improving their lifestyle. The selected 2635 subjects met the following criteria: (1) underwent an annual baseline health check-up from June 1997 to March 2005, (2) underwent an annual health check-up after 1 year, (3) received no medication for diabetes, hypertension, or dyslipidemia, and (4) provided written informed consent (Table 1).

At the annual health check-up, all the subjects were instructed by well-trained medical staff to change their lifestyle according to the results.

Approval for the study was obtained from the Ethical Committee of the Okayama Health Foundation.

Received May 22, 2007/Accepted Jul. 5, 2007

Reprint requests to: Nobuyuki MIYATAKE, MD

Okayama Southern Institute of Health, 408-1 Hirata, Okayama 700-0952, Japan

TEL: +81(86)246-6250, FAX: +81(86)246-6330

E-mail: center@okakenko.jp

Anthropometric and body composition measurements

Anthropometric and body compositions were evaluated on the basis of the following parameters: height, body weight, waist circumference, hip circumference, and body fat percentage (3). The waist circumference was measured at the umbilical level, and the hip was measured at the widest circumference over the trochanter in standing subjects after normal expiration as previously described (1, 3). Body fat percentage was measured using an air displacement plethysmograph called the BOD POD Body Composition System (Life Measurement Instruments, Concord, CA, USA) (4, 5). The coefficient variation (CV: %) for same-day tests was 2.48, that for three separate-day tests was 2.27, and that for independent operators was 4.53. There was a clear correlation between the results from BOD POD and those from dual-energy X-ray absorptiometry (DEXA) ($r=0.910, p<0.01$) (4).

Table 1 Clinical parameters at baseline (1997–2005) and at 1-year follow-up (1998–2006)

	Baseline	Follow-up	<i>p</i>
Total			
Number of subjects	2635		
Age	40.2±12.2		
Body weight (kg)	60.1±12.0	59.7±11.9	<0.0001
Waist circumference (cm)	74.9±10.7	74.5±10.5	<0.0001
Hip circumference (cm)	92.1±6.0	91.8±5.9	<0.0001
Body fat percentage (%)	28.1±7.3	27.4±7.4	<0.0001
Men			
Number of subjects	856		
Age	39.4±12.1		
Body weight (kg)	70.4±11.0	70.1±11.1	0.0015
Waist circumference (cm)	83.1±9.6	82.4±9.5	<0.0001
Hip circumference (cm)	94.3±5.8	94.1±5.7	0.0020
Body fat percentage (%)	23.6±6.6	22.8±6.6	<0.0001
Women			
Number of subjects	1779		
Age	40.6±12.2		
Body weight (kg)	55.1±5.6	54.7±8.6	<0.0001
Waist circumference (cm)	71.0±8.7	70.6±8.7	0.0001
Hip circumference (cm)	91.0±5.7	90.7±5.7	<0.0001
Body fat percentage (%)	30.2±6.6	29.6±6.7	<0.0001

Mean±SD

Statistical analysis

All data are expressed as mean±standard deviation (SD). Statistical analysis was performed using the paired *t* test: $p<0.05$ was considered to be statistically significant. Relationships of the parameters of interest were determined by univariate regression analysis. Pearson's correlation coefficients were calculated and used to test the significance of the linear relationship among continuous variables.

Results

Clinical parameters at baseline (1997–2005) and at 1-year follow-up (1998–2006) are summarized in Table 1. At 1-year follow-up, anthropometric and body composition parameters, namely, body weight, waist circumference, hip circumference, and body fat percentage were significantly reduced.

We investigated the correlation between body weight and body composition parameters at baseline (1997–2005) by simple correlation analysis (Table 2). Body weight significantly correlated with these parameters in both sexes. In addition, changes in body weight also significantly correlated with the changes in waist circumference, hip circumference, and body fat percentage in both sexes (Table 3, Fig. 1). Furthermore, the slopes of the regression line (change in waist circumference vs change in body weight) for men and women were 1.069 and

Table 2 Simple correlation analysis between body weight and body composition parameters at baseline (1997–2005)

	<i>r</i>	<i>p</i>
Total		
Waist circumference (cm)	0.894	<0.0001
Hip circumference (cm)	0.864	<0.0001
Body fat percentage (%)	0.176	<0.0001
Men		
Waist circumference (cm)	0.856	<0.0001
Hip circumference (cm)	0.938	<0.0001
Body fat percentage (%)	0.567	<0.0001
Women		
Waist circumference (cm)	0.848	<0.0001
Hip circumference (cm)	0.912	<0.0001
Body fat percentage (%)	0.631	<0.0001

Table 3 Univariate regression and correlation analyses between changes in (delta) body weight and body composition parameters in 856 men and 1779 women aged 14–77 years from 1997–2005 and 1998–2006

	<i>r</i>	<i>p</i>	Regression formula	<i>y</i>	<i>x</i>
Total					
Delta waist circumference (cm)	0.734	<0.0001	$y=1.002x-0.062$	Delta waist circumference	Delta body weight
Delta hip circumference (cm)	0.739	<0.0001	$y=0.667x-0.038$	Delta hip circumference	Delta body weight
Delta body fat percentage (%)	0.670	<0.0001	$y=0.764x-0.403$	Delta body fat percentage	Delta body weight
Men					
Delta waist circumference (cm)	0.794	<0.0001	$y=1.069x-0.243$	Delta waist circumference	Delta body weight
Delta hip circumference (cm)	0.742	<0.0001	$y=0.557x-0.066$	Delta hip circumference	Delta body weight
Delta body fat percentage (%)	0.699	<0.0001	$y=0.767x-0.425$	Delta body fat percentage	Delta body weight
Women					
Delta waist circumference (cm)	0.689	<0.0001	$y=0.950x+0.018$	Delta waist circumference	Delta body weight
Delta hip circumference (cm)	0.749	<0.0001	$y=0.752x-0.012$	Delta hip circumference	Delta body weight
Delta body fat percentage (%)	0.649	<0.0001	$y=0.761x-0.392$	Delta body fat percentage	Delta body weight

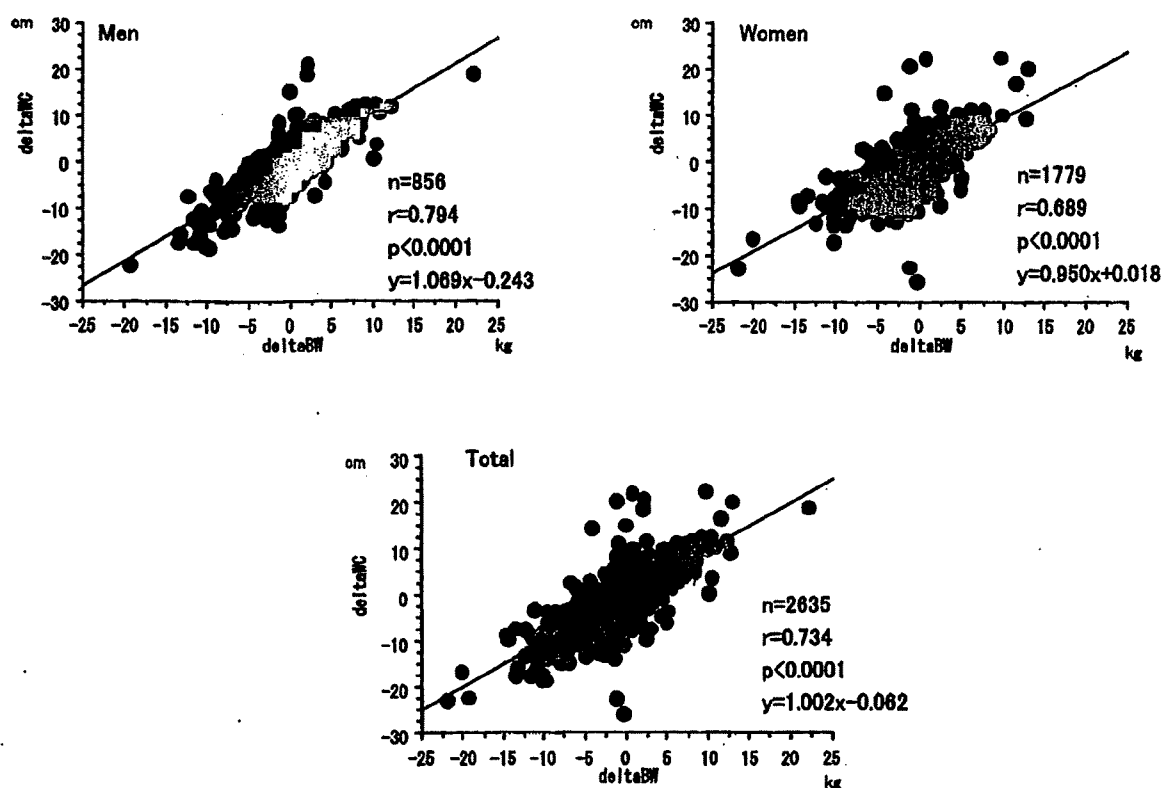


Fig. 1 Univariate regression and correlation analyses of changes in (delta) body weight and waist circumference. BW: body weight, WC: waist circumference.

0.950, respectively (Table 3). Accordingly, we found that a 3 kg decrease in body weight, as recommended by JASSO, corresponded to a 3.45 cm decrease in waist circumference in men and a 2.83 cm decrease in that in women (Fig. 1).

Discussion

The main finding of this study is that a 3 kg decrease in body weight corresponded to an almost 3 cm decrease in waist circumference at the umbilical level after 1 year.

There are few studies on the correlation between change in body weight and change in waist circumference using a large sample of the population. Egger et al. reported that a 1 cm decrease in waist circumference was equivalent to a decrease of about 3/4 kg, but with wide variability, in a study involving 42 retired Caucasian men and 45 indigenous men from Northern Australia who participated in a 1–2 year waist circumference loss program (6). We previously reported that the 1-year weight loss program, in which we instructed 61 overweight Japanese men to increase their number of daily steps per day and join a weekly exercise course, resulted in a 3.3 kg decrease in body weight and a 4.2 cm decrease in waist circumference (7). In this study, we used a large sample of the Japanese population, and body weight significantly correlated with body composition parameters. The average body fat percentage in men ($23.6 \pm 6.6\%$) was lower than that in women ($30.2 \pm 6.6\%$). Therefore, the correlation coefficient between body weight and body fat percentage in all the subjects was comparatively lower than that in men and women at the baseline. In addition, a 3 kg decrease

in body weight corresponded to an almost 3 cm decrease in waist circumference, which agreed with the JASSO recommendation.

Potential limitations still remain in this study. First, although we confirmed the correlation between changes in body weight and changes in waist circumference, we could not provide the threshold of body weight and waist circumference reduction for preventing and alleviating metabolic syndrome. Second, we neither directly measured the visceral fat accumulation using computed tomography nor investigated the correlation between visceral fat accumulation and body composition parameters. Third, the 13522 subjects in our study voluntarily underwent the annual health check-up; they were therefore more health-conscious than the average person. The selected 2635 subjects underwent an annual health check-up every year with a follow-up duration of 1 year and received no medication; they were therefore more health-conscious than most of the subjects in the database. They were also instructed by well-trained medical staff to change their lifestyle, and as a result their anthropometric and body composition parameters were significantly reduced.

Further intervention studies using other populations are necessary to determine the effects of prevention and treatment on metabolic syndrome.

Acknowledgement

This research was supported in part by Research Grants from the Ministry of Health, Labor, and Welfare, Japan.

References

- (1) Definition and the diagnostic standard for metabolic syndrome-Committee to evaluate diagnostic standards for metabolic syndrome. *Nippon Naika Gakkai Zasshi*. 2005;94:794-809. (Article in Japanese)
- (2) Miyatake N, Kawasaki Y, Nishikawa H, Takenami S, Numata T. Prevalence of metabolic syndrome in Okayama prefecture, Japan. *Intern Med*. 2006;45:107-108.
- (3) Miyatake N, Nishikawa H, Morishita A, Kunitomi M, Wada J, Suzuki H, et al. Daily walking reduces visceral adipose tissue areas and improves insulin resistance in Japanese obese subjects. *Diabetes Res Clin Pract*. 2002;58:101-107.
- (4) Miyatake N, Nonaka K, Fujii M. A new air displacement plethysmograph for the determination of Japanese body composition. *Diabetes Obes Metab*. 1999;1:347-351.
- (5) McCrory MA, Gomez TD, Bernauer EM, Mole PA. Evaluation of a new air displacement plethysmograph for measuring human body composition. *Med Sci Sports Exerc*. 1995;27:1686-1691.
- (6) Egger G, Dobson A. Clinical measures of obesity and weight loss in men. *Int J Obes Relat Metabl Disord*. 2000;24:354-357.
- (7) Miyatake N, Wada J, Takahashi K, Nishikawa H, Morishita A, Suzuki H, et al. Changes in serum leptin concentrations in overweight Japanese men after exercise. *Diabetes Obes Metab*. 2004;6:332-337.



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Diabetes Research and Clinical Practice 77 (2007) 314–319

DIABETES RESEARCH
AND
CLINICAL PRACTICE

www.elsevier.com/locate/diabres

Comparison of ventilatory threshold and exercise habits between Japanese men with and without metabolic syndrome

Nobuyuki Miyatake ^{a,*}, Takeshi Saito ^a, Jun Wada ^b, Motohiko Miyachi ^c, Izumi Tabata ^c,
Sumiko Matsumoto ^a, Hidetaka Nishikawa ^a, Hirofumi Makino ^b, Takeyuki Numata ^a

^a Okayama Southern Institute of Health, 408-1 Hirata, Okayama 700-0952, Japan

^b Department of Medicine and Clinical Science, Okayama University Graduate School of Medicine,
Dentistry and Pharmaceutical Sciences, Okayama, Japan

^c National Institute of Health and Nutrition, Shinjuku, Tokyo, Japan

Received 3 August 2006; received in revised form 19 October 2006; accepted 7 November 2006

Available online 4 January 2007

Abstract

Objective: We compared the levels of ventilatory threshold (VT) and exercise habits in subjects with metabolic syndrome with those in age, sex-matched subjects without metabolic syndrome.

Methods: We used data of 155 Japanese men (47.1 ± 9.2 years) with metabolic syndrome; the diagnosis was given by the definition and the diagnostic standard for metabolic syndrome in Japan. The influence of metabolic syndrome on oxygen uptake, work rate and heart rate at VT, and exercise habits were evaluated.

Results: Oxygen uptake and work rate at VT in subjects with metabolic syndrome were significantly lower than those in subjects without metabolic syndrome even after adjusting for body mass index (BMI). The number of subjects with exercise habits was significantly lower in metabolic syndrome. The subjects with exercise habits were significantly older than that in subjects without exercise habits. Furthermore, oxygen uptake and work rate at VT were significantly higher in subjects with exercise habits than those in subjects without exercise habits.

Conclusion: Lower level of VT was characteristic in subjects with metabolic syndrome. Promotion of exercise habits is necessary for preventing and improving metabolic syndrome in Japanese men.

© 2006 Elsevier Ireland Ltd. All rights reserved.

Keywords: Metabolic syndrome; Ventilatory threshold; Exercise habits

1. Introduction

Metabolic syndrome is characterized by abdominal obesity, high blood pressure, dyslipidemia and impaired glucose tolerance [1]. New criterion in Japan has been defined in April 2005 and 30.7% in men and 3.6% in

women are diagnosed as having metabolic syndrome using the new criterion in Japan [1,2]. Exercise is considered as a useful method for preventing metabolic syndrome and improving each component of metabolic syndrome. The ventilatory threshold (VT) is defined as the upper limit of the aerobic exercise and is thought to serve as an accurate and reliable standard for exercise prescription [3]. Since the exercise intensity at VT is not harmful to cardiovascular function, it can be safely applied to patients with myocardial infarction as exercise prescription [4]. However, the relationship

* Corresponding author. Tel.: +81 86 246 6250;
fax: +81 86 246 6331.

E-mail address: center@okakenko.jp (N. Miyatake).

between exercise habits and metabolic syndrome, also between physical fitness such as aerobic exercise level defined by VT and metabolic syndrome using the new criterion in Japan are not fully discussed.

In this study, we evaluated the parameters at VT and exercise habits between Japanese men with and without metabolic syndrome.

2. Subjects and methods

2.1. Subjects

The total number of Japanese men with metabolic syndrome, aged 24–68 years, was 155 and they were enrolled into annual health check-ups at Okayama Southern Institute of Health with written informed consent. They were compared with 115 men who were age and sex matched and without metabolic syndrome.

2.2. Anthropometric measurements

The anthropometric measurements were performed by using the following parameters such as height, body weight, body mass index (BMI) and waist circumference. BMI was calculated by $\text{weight}/[\text{height}]^2$ (kg/m^2). The waist circumference was measured at the umbilical level [5].

2.3. Blood pressure measurements

Blood pressure of each participant was measured after resting at least 15 min in the sitting position.

2.4. Blood sampling and assays

We measured overnight fasting serum levels of high density lipoprotein (HDL) cholesterol, triglycerides (L Type Wako Triglyceride H, Wako Chemical, Osaka) and plasma glucose.

2.5. Definition of metabolic syndrome

The syndrome was defined [1], among men with a waist circumference in excess of 85 cm and women with a waist circumference in excess of 90 cm [6], as having 2 or more components from among the following: (1) dyslipidemia: triglyceride ≥ 150 mg/dl and/or HDL cholesterol ≥ 40 mg/dl, (2) high blood pressure: blood pressure $\geq 130/85$ mmHg, (3) impaired glucose tolerance: fasting plasma glucose ≥ 110 mg/dl.

2.6. Exercise testing

A graded ergometer exercise protocol [7] was performed. Two hours after breakfast, a resting ECG was recorded and blood pressure was measured. Then, all participants were given graded exercise after 3 min of pedaling on an unloaded

bicycle ergometer (Excalibur V2.0, Lode BV, Groningen, Netherlands). The profile of incremental workloads was automatically defined by the methods of Jones [7], in which the workloads reach the predicted $\dot{V}O_2$ max in 10 min. A pedaling cycle of 60 rpm was maintained. Loading was terminated when the appearance of symptoms forced the subject to stop. During the test, ECG was monitored continuously together with the recording of heart rate (HR). Expired gas was collected and rates of oxygen consumption ($\dot{V}O_2$) and carbon dioxide production ($\dot{V}CO_2$) were measured breath-by-breath using a cardiopulmonary gas exchange system (Oxycon Alpha, Mijnhrdt b.v., Netherlands). VT was determined by the standard of Wasserman et al. [3], Davis et al. [8], and the V-slope method of Beaver [9] from $\dot{V}O_2$, $\dot{V}CO_2$ and minute ventilation ($\dot{V}E$). At VT, $\dot{V}O_2$ ($\text{ml}/(\text{kg min})$), work rate (W), and heart rate (beats/min) were measured and recorded.

2.7. Exercise habits

The data on exercise habits were obtained at interviews by well-trained staff in a structured way according to the National Nutrition Survey in Japan [10]. The subjects were asked if they currently exercise (over the level of 30 min per session, two times per week and prolonged duration for 3 months). When the answer was “yes”, they were classified as subjects with exercise habits. When the answer was “no”, they were classified as subjects without exercise habits.

2.8. Statistical analysis

Data are expressed as mean \pm standard deviation (S.D.) values. Relationship between metabolic syndrome and exercise habits was tested using χ^2 -test and comparison of parameters between two groups was used by unpaired *t*-test: $P < 0.05$ was considered to be statistically significant.

3. Results

Table 1 shows the comparison of age, body weight, BMI and parameters at VT between subjects with metabolic ($n = 155$) and without metabolic syndrome ($n = 155$). There was no significant difference of age between the subjects with and without metabolic syndrome. Oxygen uptake at VT and work rate at VT in subjects with metabolic syndrome was significantly lower than those in subjects without metabolic syndrome. Heart rate at VT in subjects with metabolic syndrome was similar to that in subjects without metabolic syndrome.

We also compared the levels of parameters at VT between the groups with and without each component of definition of metabolic syndrome in Japan (Table 2). Of 310 subjects, 56 subjects were diagnosed as having type 2 diabetes mellitus (fasting plasma glucose

Table 1
Comparison of parameters at VT between metabolic and non-metabolic subjects in men

	Metabolic syndrome (+)	Metabolic syndrome (–)
Number of subjects	155	155
Age	47.1 ± 9.2	47.1 ± 9.2
Body weight (kg)	80.6 ± 12.4	72.9 ± 11.1 ^a
BMI (kg/m ²)	28.0 ± 3.6	25.6 ± 3.4 ^a
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.2 ± 2.7	16.1 ± 3.6 ^a
Work rate at VT (W)	75.6 ± 17.1	80.7 ± 22.5 ^b
Heart rate at VT (beat/min)	105.1 ± 12.3	106.5 ± 11.3

VT: ventilatory threshold, BMI: body mass index.

^a $P < 0.01$ vs. metabolic syndrome (+).

^b $P < 0.05$ vs. metabolic syndrome (+).

≤ 126 mg/dl). There was no significant difference of age between subjects with or without abdominal obesity or dyslipidemia and high blood pressure. However, there was a significant difference of age between subgroups with or without impaired glucose tolerance. Oxygen uptake at VT in subjects with abdominal obesity, dyslipidemia, impaired glucose tolerance and high blood pressure were significantly lower than those in subjects without such components of metabolic syndrome. Work rate at VT and heart rate at VT in subjects with impaired glucose tolerance were also significantly lower than those in subjects without impaired glucose tolerance. In addition, we compared the levels of parameters at VT between the groups with and without various combinations of each component (Table 2). Oxygen uptake at VT in subjects with two or

Table 2
Comparison of parameters at VT with and without subcriterion of metabolic syndrome in men

	Waist circumference (+)	Waist circumference (–)
Number of subjects	243	67
Age	47.0 ± 8.9	47.5 ± 10.0
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.4 ± 2.7	17.8 ± 3.8 ^a
Work rate at VT (W)	78.1 ± 19.3	78.4 ± 23.0
Heart rate at VT (beat/min)	105.2 ± 11.9	108.0 ± 11.3
	Dyslipidemia (+)	Dyslipidemia (–)
Number of subjects	175	135
Age	46.4 ± 8.8	48.0 ± 9.6
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.7 ± 3.1	15.7 ± 3.6 ^a
Work rate at VT (W)	76.5 ± 18.5	80.3 ± 21.9
Heart rate at VT (beat/min)	106.0 ± 12.0	105.4 ± 11.6
	Impaired glucose tolerance (+)	Impaired glucose tolerance (–)
Number of subjects	112	198
Age	49.5 ± 9.0	45.8 ± 9.0 ^a
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.1 ± 2.7	15.7 ± 3.5 ^a
Work rate at VT (W)	73.8 ± 16.6	80.7 ± 21.5 ^a
Heart rate at VT (beat/min)	104.0 ± 11.4	106.8 ± 12.0 ^b
	High blood pressure (+)	High blood pressure (–)
Number of subjects	231	79
Age	47.6 ± 8.9	45.7 ± 9.8
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.8 ± 3.0	16.2 ± 3.9 ^a
Work rate at VT (W)	77.8 ± 19.6	79.2 ± 21.5
Heart rate at VT (beat/min)	105.1 ± 11.8	107.7 ± 11.6
	Dyslipidemia (+) and impaired glucose tolerance (+)	Dyslipidemia (–) and/or impaired glucose tolerance (–)
Number of subjects	67	243
Age	47.8 ± 8.8	46.9 ± 9.3
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.0 ± 2.8	15.4 ± 3.4 ^a
Work rate at VT (W)	74.9 ± 18.6	79.1 ± 20.4
Heart rate at VT (beat/min)	105.8 ± 11.3	105.8 ± 12.0

Table 2 (Continued)

	Dyslipidemia (+) and high blood pressure (+)	Dyslipidemia (–) and/or high blood pressure (–)
Number of subjects	142	168
Age	46.6 ± 8.8	47.5 ± 9.5
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.6 ± 2.9	15.6 ± 3.6 ^a
Work rate at VT (W)	75.8 ± 17.8	80.2 ± 21.7
Heart rate at VT (beat/min)	105.6 ± 12.3	105.9 ± 11.5
	High blood pressure (+) and impaired glucose tolerance (+)	High blood pressure (–) and/or impaired glucose tolerance (–)
Number of subjects	89	221
Age	49.4 ± 8.8	46.2 ± 9.1 ^a
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.2 ± 2.7	15.5 ± 3.5 ^a
Work rate at VT (W)	75.6 ± 16.1	79.2 ± 21.5
Heart rate at VT (beat/min)	104.6 ± 11.1	106.2 ± 12.1
	Dyslipidemia (+) and high blood pressure (+) and impaired glucose tolerance (+)	Dyslipidemia (–) and/or high blood pressure (–) and/or impaired glucose tolerance (–)
Number of subjects	54	256
Age	47.8 ± 8.7	47.0 ± 9.3
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.3 ± 2.7	15.3 ± 3.4 ^b
Work rate at VT (W)	76.6 ± 17.6	78.5 ± 20.6
Heart rate at VT (beat/min)	106.0 ± 11.0	105.7 ± 12.0

VT: ventilatory threshold.

^a $P < 0.01$ vs. (+).^b $P < 0.05$ vs. (+).

three components was significantly lower than that the subjects without one of these components.

To avoid the influence the BMI on VT, we compared the parameters at VT in obese (BMI ≥ 25) metabolic syndrome subjects with those in obese non-metabolic syndrome subjects (Table 3). There were no significant differences of age and BMI between the subjects with and without metabolic syndrome. Oxygen uptake and work rate at VT in obese men with metabolic syndrome

Table 3
Comparison of parameters at VT between metabolic and non-metabolic subjects in obese (BMI ≥ 25) men

	Metabolic syndrome (+)	Metabolic syndrome (–)
Number of subjects	130	87
Age	46.7 ± 9.3	46.2 ± 8.1
BMI (kg/m ²)	28.7 ± 3.4	27.9 ± 2.3
Oxygen uptake at VT (ml/(kg min))	14.0 ± 2.5	14.8 ± 2.6 ^b
Work rate at VT (W)	76.2 ± 15.5	84.3 ± 21.7 ^a
Heart rate at VT (beat/min)	105.1 ± 12.1	104.9 ± 10.8

VT: ventilatory threshold, BMI: body mass index.

^a $P < 0.01$ vs. metabolic syndrome (+).^b $P < 0.05$ vs. metabolic syndrome (+).

were significantly lower than those in obese men without metabolic syndrome.

We evaluated the relationship between metabolic syndrome and exercise habits. Of 310 men, 116 men (37.4%) were classified as having exercise habits. The prevalence of metabolic syndrome in subjects with exercise habits (42.2%) was significantly lower than that in subjects without exercise habits (54.6%) (Table 4).

Finally, we compared the parameters at VT between subjects with and without exercise habits (Table 5). Age in subjects with exercise habits was significantly higher than that in subjects without exercise habits. However, oxygen uptake and work rate at VT were significantly higher in subjects with exercise habits than those in subjects without exercise habits.

Table 4
Relationship between metabolic syndrome and exercise habits in men

	Metabolic syndrome (+)	Metabolic syndrome (–)
Exercise habits (+)	49	67
Exercise habits (–)	106	88

 $P < 0.05$ by χ^2 -test.