

Body Mass Index (BMI)

分類に基づく肥満と生活習慣病関連因子の検討

湯浅繁一*, 市原良子, 細川直子, 一原直人, 太田安彦, 天川雅夫

香川県立医療短期大学臨床検査学科

Relationship between Body Mass Index (BMI) and Risk Factors for Lifestyle-related Disease

Shigekazu Yuasa*, Ryouko Ichihara, Naoko Hosokawa,
Naoto Ichihara, Yasuhiko Oota and Masao Amakawa

Department of Medical Technology, Kagawa Prefectural College of Health Sciences

Abstract

A total of 5,933 subjects were enrolled in a cross-sectional study to examine the relationship between body mass index (BMI) and risk factors for lifestyle-related disease. Among 7 risk factors including HbA1c, systolic and diastolic blood pressure, total cholesterol, HDL cholesterol, triglyceride and uric acid, the higher correlations were found between BMI and systolic and diastolic blood pressure, HDL cholesterol and uric acid. When participants were divided into 4 groups according to the criteria for obesity (group 1 : BMI < 18.5; group 2 : BMI \geq 18.5, < 25; group 3 : BMI \geq 25, < 30; group 4 : BMI \geq 30), there were significant differences in mean value of risk factors among 4 groups, except for HbA1c between group 1 and 2, and total cholesterol and triglyceride between group 3 and 4. The prevalence of high HbA1c level, hypertension, hyperlipidemia and hyperuricemia rose significantly with increasing BMI. In group 2 which was defined as normal weight, subjects with a BMI of 24 to 25 had a significantly increased risk for lifestyle-related disease as compared with those with a BMI of 18.5 to 24. A similar result was observed in group 3 which was defined as grade 1 obesity, when subjects in group 3 were stratified into 2 subgroups according to BMI.

From these results, it has been confirmed that a high BMI is associated with an increased risk for lifestyle-related disease. Furthermore, it has been suggested that a careful counseling for healthy lifestyle is required even in subjects with a BMI of 24 to 25.

*連絡先 : 〒761-0123 香川県木田郡牟礼町大字原281-1 香川県立医療短期大学臨床検査学科

*Corresponding address : Department of Medical Technology, Kagawa Prefectural College of Health Sciences,
281-1 Hara, Mure-cho, Kita-gun, Kagawa 761-0123, Japan

Key Words : BMI (body mass index), 肥満 (obesity),
生活習慣病 (lifestyle-related disease), 危険因子 (risk factors)

緒 言

過栄養と運動不足などの生活習慣の変化による脂肪の過剰蓄積, すなわち肥満は現代社会においてさまざまな疾病に關与している. 我が国においても, いわゆる生活習慣病と呼ばれる, 肥満を基盤とした糖尿病, 高脂血症, 高血圧症やこれらの共通の合併症である動脈硬化性疾患が年々増加しており, 大きな社会問題となっている.

肥満の判定には, 通常 body mass index (BMI, 体重(kg)/身長(m)×身長(m))が国際的な指標として用いられ, 1997年 WHO は BMI を 5 刻みに分類し, BMI25以上30未満を肥満の予備軍, 30以上を肥満と定義している¹⁾. 一方, 我が国では BMI30以上の肥満が欧米に比べ極めて少ないこともあり, 従来 BMI22の+20% (BMI26.4) 以上を肥満と判定していたが, 最近国際的な整合性を考慮し, BMI25以上を肥満と判定することに改められた²⁾.

そこで本研究では, 今回提示された我が国の肥満の新しい判定基準を検証する目的で, 比較的均一な職域集団の検診データをもとに, BMI 分類に基づく肥満と生活習慣病関連因子の関係を検討した.

対象及び方法

対象は比較的均一な職域集団5,933名(男性5,504名, 女性429名, 平均年齢 39.8 ± 9.7 歳)で, 本年度に実施された検診データより BMI とともに, 生活習慣病関連因子として HbA1c, 総コレステロール(TC), HDL コレステロール(HDLC), トリグリセライド(TG), 収縮期及び拡張期血圧, 尿酸の7項目を抽出し, まず BMI とこれら7項目の関係を全体で検討した. 次いで, 5,933名を今回改正された肥満の判定基準に従い, 1群(低体重): BMI<18.5, 2群(正常体重): $18.5 \leq \text{BMI} < 25$, 3群(肥満1度): $25 \leq \text{BMI} < 30$, 4群(肥満2度以上): $30 \leq \text{BMI}$ に分類し, 各項目の平均値や異常値の出現頻度を4群間で比較検討した. また, よりきめ細かな生活習慣の指導の必要性を探る目的で, 判定基準で正常とされている2群を $18.5 \leq \text{BMI} < 24$ と $24 \leq \text{BMI} < 25$, 肥満1度とされる3群を $25 \leq \text{BMI} < 27.5$ と $27.5 \leq \text{BMI} < 30$ のサブグループに分類し, 各々の

サブグループ間でも各項目について同様の検討を行った. 異常値の判定基準は HbA1c>5.8%, TC>220mg/dl, HDLC<40mg/dl, TG \geq 150mg/dl, 収縮期血圧 \geq 140mmHg, 拡張期血圧 \geq 90mmHg, 尿酸>7.6mg/dl(男性), >6.1mg/dl(女性)とした.

統計学的検討は, BMI と各検査項目の関係には Pearson の相関係数, 各検査項目の平均値の群間比較には one-way ANOVA 後, Scheffe'-test (2群間では Student's t-test), 異常値の出現頻度の群間比較には χ^2 検定を用い, 危険率5%以下を有意とした.

成 績

1. BMI と各検査項目の関係

BMI と各検査項目の関係では, HDLC との間で負の相関, 他の6項目の間では正の相関がみられた. 最も高い相関がみられたのは拡張期血圧で ($r=0.355$), 次いで HDLC, 収縮期血圧, 尿酸の順であった (図1).

2. 各検査項目の4群間での比較

肥満の判定基準に従った分類では, 1群219名(男性144名, 女性75名), 2群4,117名(男性3,793名, 女性324名), 3群1,463名(男性1,435名, 女性28名), 4群134名(男性132名, 女性2名)で, 低体重は全体の3.7%にみられ, とくに女性で高率であった. また肥満1度は全体の24.7%, 2度以上は2.3%に認められた. 図2, 3, 4に各群の検査項目の平均値を示したが, 1, 2群間の HbA1c, 3, 4群間の TC, TG を除き, 他はすべて各群間で統計学的に有意な差がみられた. 各項目の異常値の出現頻度についても, 1, 2群間の HbA1c, 3, 4群間の TG 以外は, 検定されたすべてで各群間に有意な差を認めた (表1). 2, 3群間の比較では, 異常値の出現頻度が HbA1c, HDLC, 拡張期血圧において, 2群に比し3群で約2.5倍, TG, 収縮期血圧で約2倍, 尿酸で約1.8倍, TC で約1.4倍であった.

3. サブグループ間での比較

判定基準で正常とされる2群を $18.5 \leq \text{BMI} < 24$ と $24 \leq \text{BMI} < 25$ のサブグループに分類し, 検討したところ, 各項目の平均値ではすべての項目で,

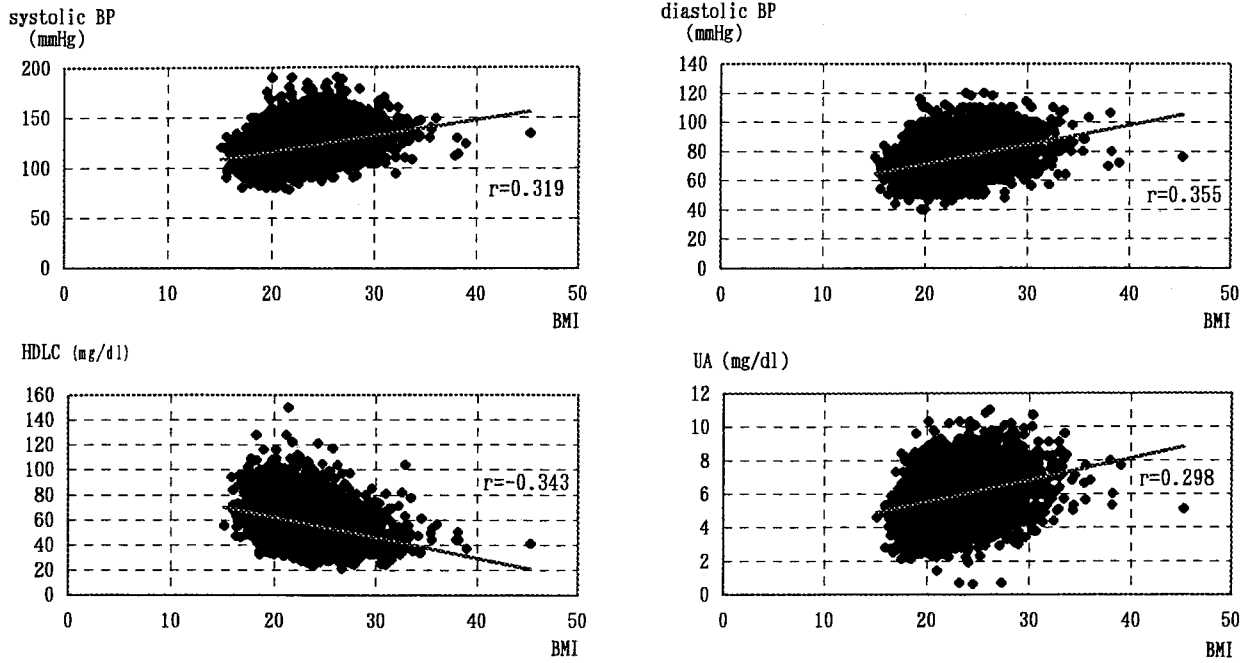


Fig. 1 Relationships between BMI and blood pressure, HDL cholesterol (HDLC) and uric acid (UA).

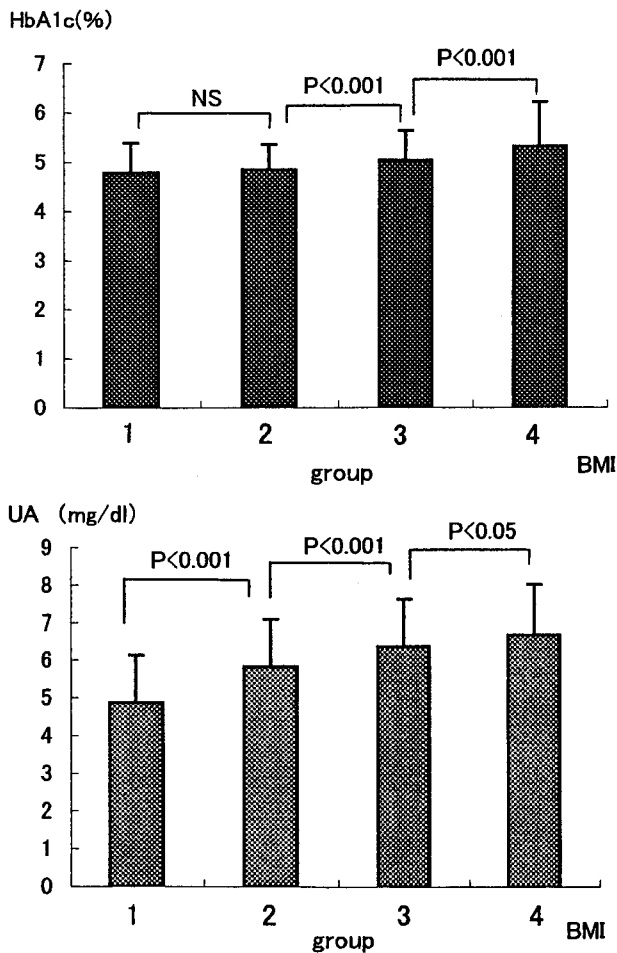


Fig. 2 HbA1c and uric acid (UA) in 4 groups categorized according to the criteria for obesity (mean \pm SD).

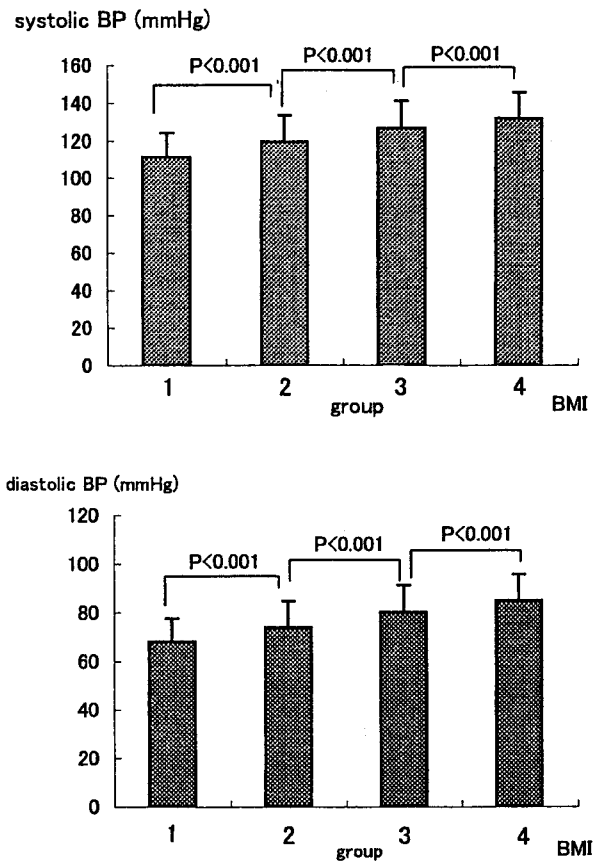


Fig. 3 Systolic and diastolic blood pressure in 4 groups categorized according to the criteria for obesity (mean \pm SD).

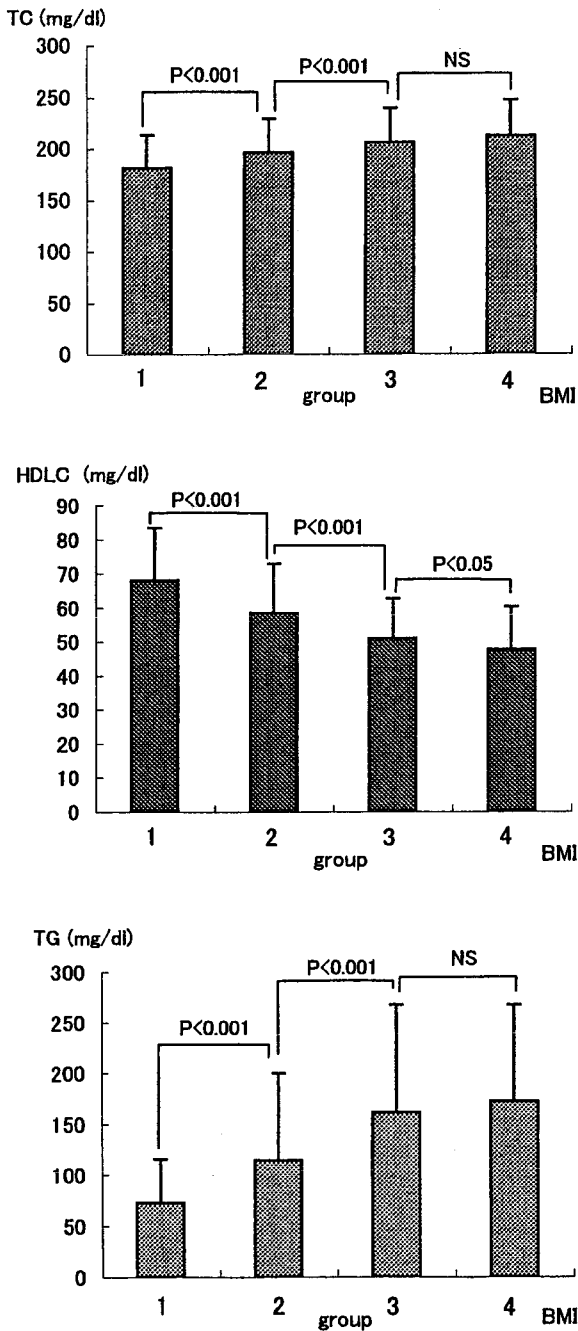


Fig. 4 Total cholesterol (TC), HDL cholesterol (HDLC) and triglyceride (TG) in 4 groups categorized according to the criteria for obesity (mean \pm SD).

異常値の出現頻度では HbA1c を除いた 6 項目で両群間に有意な差を認めた(表 2)。また肥満 1 度の 3 群においても、 $25 \leq \text{BMI} < 27.5$ と $27.5 \leq \text{BMI} < 30$ のサブグループ間では、各項目の平均値では TG を除いた 6 項目で、異常値の出現頻度ではすべての項目で有意な差が認められた(表 3)。

Table. 1 Prevalence of abnormal value of risk factors for lifestyle-related disease in 4 groups.

HbA1c			
Group	N	Prevalence (%)	p
1	172	1.2	NS* p<0.001** p<0.001***
2	3,532	2.2	
3	1,313	5.4	
4	126	12.6	
Systolic blood pressure			
Group	N	Prevalence (%)	p
1	219	3.2	p<0.01 p<0.001 p<0.001
2	4,117	8.7	
3	1,463	17.8	
4	134	29.1	
Diastolic blood pressure			
Group	N	Prevalence (%)	p
1	219	2.3	p<0.001 p<0.001 p<0.001
2	4,117	8.8	
3	1,463	21.9	
4	134	34.3	
Total cholesterol			
Group	N	Prevalence (%)	p
1	176	12.5	p<0.01 p<0.001 p<0.01
2	3,639	21.9	
3	1,345	31.2	
4	128	42.2	
HDL cholesterol			
Group	N	Prevalence (%)	p
1	175	0	- p<0.001 p<0.01
2	3,636	6.1	
3	1,344	15.4	
4	128	24.2	
Triglyceride			
Group	N	Prevalence (%)	p
1	176	7.4	p<0.001 p<0.001 NS
2	3,638	20.1	
3	1,345	43.1	
4	128	47.7	
Uric acid			
Group	N	Prevalence (%)	p
1	175	1.7	p<0.01 p<0.001 p<0.01
2	3,634	7.5	
3	1,344	13.7	
4	128	22.7	

*group 1 vs. group 2
**group 2 vs. group 3
*** group 3 vs. group 4
NS: not significant

考 察

肥満には生活習慣病といわれる糖尿病、高脂血症、高血圧やこれらの危険因子を併せ持つことによる動脈硬化性疾患の合併がよく認められる。肥満にこれらの疾患が併発しやすい原因は、まだ完全には明ら

Table. 2 Risk factors in group 2 stratified into 2 subgroups according to BMI.

HbA1c					
BMI	N	Mean±SD (%)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
18.5 ≤ ~ < 24	2,883	4.8 ± 0.5	p < 0.01	2.1	NS
24 ≤ ~ < 25	649	4.9 ± 0.5		2.8	
Systolic blood pressure					
BMI	N	Mean±SD (mmHg)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
18.5 ≤ ~ < 24	3,408	118.3 ± 14.1	p < 0.001	7.7	p < 0.001
24 ≤ ~ < 25	709	123.4 ± 13.9		13.1	
Diastolic blood pressure					
BMI	N	Mean±SD (mmHg)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
18.5 ≤ ~ < 24	3,408	73 ± 10.6	p < 0.001	7.7	p < 0.001
24 ≤ ~ < 25	709	77.6 ± 10.5		14.2	
Total cholesterol					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
18.5 ≤ ~ < 24	2,981	195.1 ± 32.4	p < 0.001	20.1	p < 0.001
24 ≤ ~ < 25	658	203.8 ± 33.2		30.1	
HDL cholesterol					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
18.5 ≤ ~ < 24	2,978	59.4 ± 14.5	p < 0.001	5.1	p < 0.001
24 ≤ ~ < 25	658	54.2 ± 12.9		10.3	
Triglyceride					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
18.5 ≤ ~ < 24	2,980	109.1 ± 81.9	p < 0.001	16.9	p < 0.001
24 ≤ ~ < 25	658	139.5 ± 91.3		34.2	
Uric acid					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
18.5 ≤ ~ < 24	2,976	5.7 ± 1.3	p < 0.001	7.0	p < 0.01
24 ≤ ~ < 25	658	6.1 ± 1.2		10.2	

NS: not significant

かでないが、インスリン抵抗性はその中心的役割を果たしていると考えられており、肥満を基盤としたこれら危険因子の集積は Syndrome X³⁾、死の四重奏 (deadly quartet)⁴⁾、インスリン抵抗性症候群⁵⁾、Metabolic syndrome⁶⁾ などさまざまな名称で呼ばれている。また最近の精力的な研究により、脂肪組織は単にエネルギー貯蔵庫としての役割だけでなく、アディポサイトカインと総称されるさまざまな生理活性物質を分泌する巨大な内分泌臓器でもあることが明らかとなり、plasminogen activator inhibitor-1 やアディポネクチン、TNF- α などのサイトカインが、肥満に伴う種々の代謝異常や血管病変に関与するのではないかと推測されている⁷⁻⁹⁾。

肥満を背景にした生活習慣病の増加を受け、我が国では最近肥満の判定基準が改正されたが²⁾、これを契機に本研究では比較的均一な職域集団を対象に、検診データより7項目の生活習慣病関連因子を抽出し、BMI分類に基づく肥満との関係を改めて検証することとした。

今回の検討では、新基準によるBMI分類で、BMI25以上の肥満が全体の27%にみられたが、この成績は日本人の4~5人に一人は肥満とする国民栄養調査¹⁰⁾ や約15万人の種々の cohort を対象にした吉池らの報告¹¹⁾ とほぼ同程度であった。このことより、今回の成績は女性の割合が極めて少ない、特定の限られた集団からのものとはいえ、ある程度日本

Table 3 Risk factors in group 3 stratified into 2 subgroups according to BMI.

HbA1c					
BMI	N	Mean±SD (%)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
25 ≤ ~ < 27.5	971	4.9 ± 0.6	p < 0.001	4.5	p < 0.01
27.5 ≤ ~ < 30	342	5.1 ± 0.8		7.9	
Systolic blood pressure					
BMI	N	Mean±SD (mmHg)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
25 ≤ ~ < 27.5	1,088	125.8 ± 14.5	p < 0.001	16.1	p < 0.01
27.5 ≤ ~ < 30	375	128.8 ± 13.8		22.7	
Diastolic blood pressure					
BMI	N	Mean±SD (mmHg)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
25 ≤ ~ < 27.5	1,088	79.3 ± 10.7	p < 0.001	19.1	p < 0.001
27.5 ≤ ~ < 30	375	82.3 ± 11.1		29.9	
Total cholesterol					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
25 ≤ ~ < 27.5	995	205.5 ± 33.6	p < 0.05	29.6	p < 0.05
27.5 ≤ ~ < 30	350	210.4 ± 31.9		35.7	
HDL cholesterol					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
25 ≤ ~ < 27.5	994	51.4 ± 12.1	p < 0.05	14.1	p < 0.01
27.5 ≤ ~ < 30	350	49.6 ± 10.6		19.4	
Triglyceride					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
25 ≤ ~ < 27.5	995	158.2 ± 104.7	NS	41.6	p < 0.05
27.5 ≤ ~ < 30	350	169.8 ± 110.7		46.9	
Uric acid					
BMI	N	Mean±SD (mg/dl)	p	Prevalence of abnormal value (%)	p
25 ≤ ~ < 27.5	995	6.3 ± 1.2	P < 0.01	12.6	P < 0.05
27.5 ≤ ~ < 30	349	6.5 ± 1.3		16.9	

NS: not significant

人(とくに男性)の平均的な傾向を示しているものと考えられた。なお男女別にみたBMIと生活習慣病関連因子の関係では、年代によって若干の差はあるものの、基本的な関係には大きな差はないとされているため¹¹⁾、今回は男女合わせての検討を行ったが、今後更に検討を進めていく際には、性別は当然考慮されねばならない要因と思われた。

今回検討を行った7項目の生活習慣病関連因子とBMIの関係では、血圧(収縮期及び拡張期)やHDLC、尿酸に比較的高い相関がみられ、BMI分類に基づく4群間の比較では、ほとんどの項目で平均値、異常値の出現頻度のいずれにおいても、各群間で統計学的に有意な差が認められた。新基準の妥

当性については、すでに疫学調査でBMI22に比べ、25以上で高血圧や高脂血症の危険率が2倍以上に、また糖尿病はBMI27以上で危険率が2倍となることが示されているが、今回の検討でも2群に比し、3群では拡張期血圧やHDLC、HbA1cの異常値出現頻度がいずれも約2.5倍となっており、先の疫学調査とほぼ同様の成績であった。

肥満と疾病の関連については、比較的大規模な集団を対象に、BMIと疾病発症との関連を経時的に検討した前向きcohort研究が、欧米では数多く報告されているが^{12, 13)}、報告者により調査方法や統計学的手法などが異なっており、必ずしも一致した成績は得られていない。一方、我が国では種々の制約

のため、このような前向き cohort 研究の実施が難しく、これまでほとんど報告されていないのが現状である。本研究も一時点での横断調査であり、BMI 上昇に伴う疾病発症のリスクに関して、今回の成績が直接的なエビデンスを与えるものではない。また、このような検討では性、年齢を含め、服薬歴などの病歴や喫煙、飲酒、身体活動など肥満と生活習慣病関連因子の両者に直接影響を及ぼす可能性のある交絡要因をどのように取り扱うかによっても、その成績が大きく異なってくると思われるが、今回の検討ではあえて交絡要因は考慮に入れなかった。一般に肥満に伴う合併症については、肥満度そのものよりも脂肪分布が重要であるといわれており、内臓脂肪型肥満は皮下脂肪型肥満に比し、生活習慣病を併発しやすいことが知られている^{14, 15)}、この点も今回の BMI 分類では考慮されていない。

以上のように、本研究ではその成績を解釈するうえで、十分留意しなくてはならない制約も多いが、少なくとも今回の成績により、BMI と生活習慣病の関連が改めて確認されたものと考えられた。また図 1 に示したように、BMI と危険因子の関連は連続的なもので、リスクが急激に上昇するような特定の BMI 値は存在しないと思われるが、今回の検討では、判定基準で正常とされる 2 群と肥満 1 度の 3 群において、同一基準内であっても、BMI がより高値の例で生活習慣病関連因子のリスクが有意に上昇する可能性が示唆された。このことは、BMI 26.4 以上を肥満と判定していた改正前の基準はもとより、今回改正された基準においても、このままではなお不十分な可能性があることを示唆しており、生活習慣病の予防という観点からは、判定基準で正常とされる 2 群においても、 $24 \leq \text{BMI} < 25$ のレベルから注意深い生活習慣の指導が必要と思われた。

結 語

比較的均一な職域集団 5,933 名を対象に、BMI と生活習慣病関連因子の関係を検討した結果、BMI 分類に基づく肥満の判定基準において、各群間で生活習慣病関連因子に有意な差を認めることが確認された。また正常体重群、肥満 1 度の群では、同一基準内であっても BMI が高値の例で生活習慣病関連因子のリスクが有意に上昇する可能性が示され、生活習慣病の予防という観点からは、判定基準で正常とされる $24 \leq \text{BMI} < 25$ のレベルから、注意深い生活習慣の指導が必要と思われた。

文 献

- 1) Report of a WHO Consultation on Obesity (1997) Obesity-preventing and managing the global epidemic. 3. Global prevalence and secular trends in obesity.
- 2) 日本肥満学会肥満症診断基準検討委員会 (松澤佑次ほか, 2000) 新しい肥満の判定と肥満症の診断基準. 肥満研究, 6:18-28
- 3) Reaven, G.M. (1988) Role of insulin resistance in human disease. *Diabetes*, 37: 1595-1607
- 4) Kaplan, N.M. (1989) The deadly quartet: upper-body obesity, glucose intolerance, hyperglycemia, and hypertension. *Arch. Intern. Med.*, 149: 1514-1520
- 5) DeFronzo, R.A., Ferrannini, E. (1991) Insulin resistance: a multifaceted syndrome responsible for NIDDM, obesity, hypertension, dyslipidemia, and atherosclerotic cardiovascular disease. *Diabetes Care*, 14: 173-194
- 6) Report of a WHO Consultation (1998) Definition, diagnosis and classification of diabetes mellitus and its complications. Part 1: Diagnosis and classification of diabetes mellitus, provisional report of a WHO consultation. *Diabet. Med.*, 15: 539-553
- 7) Potter van Loon, B.J., Kluff, C., Radder, J.K., Blankenstein, M.A., Meinders, A.E. (1993) The cardiovascular risk factor plasminogen activator inhibitor type 1 is related to insulin resistance. *Metabolism*, 42: 945-949
- 8) Ouchi, N., Kihara, S., Arita, Y., Maeda, K., Kuriyama, H., Okamoto, Y. et al. (1999) Novel modulator for endothelial adhesion molecules, adipocyte-derived plasma protein adiponectin. *Circulation*, 100: 2473-2476
- 9) Hotamisligil, G.S., Arner, P., Caro, J.F., Atkinson, R.L., Spiegelman, B.M. (1995) Increased adipose tissue expression of tumor necrosis factor- α in human obesity and insulin resistance. *J. Clin. Invest.*, 95: 2409-2415
- 10) 厚生省保健医療局地域保健健康増進栄養課生活習慣病対策室編 (1999) 国民栄養の現状, 平成 9 年度国民栄養調査成績. 第一出版 (東京)
- 11) 吉池信男, 西信雄, 松島松翠, 伊藤千賀子, 池田義雄, 檜原英俊ら (2000) Body mass indexに基づく肥満の程度と糖尿病, 高血圧, 高脂血症の危険因子との関連—多施設共同研究による疫学的検討— 肥満研究, 6: 4-17
- 12) Shaper, A.G., Wannamethee, S.G., Walker, M. (1997)

Body weight: Implications for the prevention of coronary heart disease, stroke, and diabetes mellitus in a cohort study of middle aged men. *B.M.J.*, 314 : 1311-1317

- 13) Schulte, H., Cullen, P., Assmann, G. (1999) Obesity, mortality and cardiovascular disease in the Munster Heart Study (PROCAM) . *Atherosclerosis*, 144 : 199-209
- 14) Fujioka, S., Matsuzawa, Y., Tokunaga, K., Tarui, S.

(1987) Contribution of intraabdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism*, 36 : 54-59

- 15) Lean, M.E., Han, T.S., Seidell, J.C. (1998) Impairment of health and quality of life in people with large waist circumference. *Lancet*, 351 : 853-856

受付日 2002年1月11日