

冠動脈疾患危険因子との関連からみた地域住民における 有用な肥満指標に関する研究

李 廷秀* 川久保 清*

目的 地域住民において冠動脈疾患危険因子 (CRF) の高い者をスクリーニングできる肥満指標について検討することを目的とした。

方法 1991~97年に地域健康センターで健康診断を受診した15~84歳の地域住民で、心疾患既往歴などが認められなかった女子3,022人、男子1,526人の計4,551人を対象とした。肥満指標のBMI (Body Mass Index), %FAT (percentage of body fat), WHR (Waist to Hip ratio), WSR (Waist to Stature ratio), Sub/Tri (subscapular to triceps subcutaneous fat ratio) と、CRFのSBP (Systolic Blood Pressure), DBP (Diastolic Blood Pressure), HDL-C (High Density Lipoprotein Cholesterol), LDL-C (Low Density Lipoprotein Cholesterol), TG (triglyceride), FBS (fasting blood sugar) との関連について相関係数による検討を行った。また、各肥満指標とCRF高値者割合との関連をみるため、各肥満指標を層別し、年齢調整リスク比を求めた。

成績 比較した肥満指標のうちWSRと腹囲が男女ともCRFと最も強い相関関係があった。年齢を調整したCRFのリスク比の比較では、BMI, %Fat, WHR, WSRが増加するとCRFのリスク比も有意に上昇したが、WSRと腹囲によるリスク比の上昇が最も大きかった。しかし、FBSとの有意な関連は男性ではみられなかった。また、少なくとも一つのCRFが高値者となるリスク比でも、WSRや腹囲による年齢調整リスク比の上昇が最も大きく、女性ではそれぞれ1.7倍 (95%IC 1.5-2.0) と1.8倍 (95%CI 1.5-2.0)、男性ではそれぞれ2.0倍 (95%IC 1.6-2.4)、2.5倍 (95%CI 1.6-3.7) であった。

結論 CRFと肥満指標の関連をみた場合、WSRと腹囲はCRFと最も関連が強かった。

Keywords : 肥満, 肥満指標, スクリーニング, 冠動脈疾患危険因子, 腹囲, 腹囲/身長比

I はじめに

アメリカでは30%を越える成人が肥満しており、そのための健康管理や減量に年間約1,000億ドル弱が費やされているといわれる¹⁾。日本にも12%強の肥満者がおり、過体重者を含むと男性の33%強、女性の27%強にも達する²⁾。なかでも中高年の肥満者頻度が大きく増加しており³⁾、有効なスクリーニング法と効果のある指導方法が求められている。

健康増進における一次予防のアプローチは、危険因子を減らし疾患への進展を防ぐことである。そのためには、生活習慣に対する教育が必要とされている⁴⁾。生活習慣に起因する冠動脈疾患危険因子は、全死因とも有意に関連しており⁵⁾、その危険因子を修飾することは、健康教育の大きな目標である。危険因子の一つである肥満は、高血圧⁶⁾、脂質代謝異常⁷⁾、糖代謝異常⁸⁾などのさまざまな危険因子と関連し、脳卒中⁹⁾、糖尿病¹⁰⁾、ある種の癌¹¹⁾などの罹患率を3倍以上も上昇させ¹²⁾、全死因¹³⁾、とくに冠動脈疾患¹⁴⁾などによる死亡率を高め¹⁶⁾、平均寿命を短縮させる^{16,17)}と報告されている。

肥満は体内の過度な体脂肪の蓄積と定義され、肥満のスクリーニングや指導のために用いられて

* 東京大学大学院医学系研究科健康科学・看護学専攻、健康増進科学分野
連絡先：〒113-0033 東京都文京区本郷7-3-1
東京大学大学院医学系研究科保健管理学教室
李 廷秀

きた肥満指標は、身長などの体格に左右されず体脂肪量を最もよく反映するものが有効な指標とされてきた。その後、一度肥満として判定された人を再び体脂肪分布によってスクリーニングする方法が有効とされ、体脂肪分布そのものが独立した危険因子として注目されるようになった¹⁸⁾。しかし、本来問題とすべき肥満は、上述した罹患率、死亡率、高血圧や脂質・糖代謝異常などの危険因子との強い関連性にあり、これらのリスクを持つ人々を有効にふりわける肥満指標こそ今後の健康増進活動上必要と考えられる。著者らは、一度スクリーニングした肥満者を再分類する手間を省き、本来指導対象とすべき冠動脈疾患危険因子(CRF: Coronary Risk Factors)との関連の強いものをスクリーニングできる肥満指標の開発を行ってきた。職域事務系男性を対象として、有効とされてきた体格指標、体脂肪率、体脂肪分布指標などについて比較検討した結果、CRFの高い肥満者のスクリーニングには「腹囲/身長比(Waist to Stature Ratio)」が有用で、指導現場では腹囲だけで簡便に使えることを報告した¹⁹⁾。以来、欧米を中心として、腹囲/身長比^{20,21)}、または腹囲そのものの有効性について多数検討され、さまざまな危険因子との強い関連が報告されてきた²²⁻²⁸⁾。

しかし、日本の地域住民や女性を対象とした検討はいまだ行われていない。そこで、本研究では国内地域住民を対象とし、CRFとの関連の強い肥満者をスクリーニングできる有用な肥満指標について検討することを目的とした。

II 研究方法

1. 対象

都内区立地域健康増進センターにおいて、1991-97年の間に健康診断を受診した15~84歳の地域住民を対象とした(複数健康診断を受診した例については最初の健康診断データを用いた)。そのうち心疾患既往例などの「異常あり」と診断された人や、以下の測定・調査項目にもれのあった人は対象から除外した。その結果、女子3,022人、男子1,526人(平均年齢:女子42.7歳、男子44.4歳)の合計4,551人が分析対象となった。

2. 調査項目

【身体計測値】 Martin²⁹⁾の計測法を参考に、

身長(Stature: S)は脱靴状態で、かかとから背部が身長計に接するようにした直立姿勢で1mmまでを計測した。体重(Weight)は、脱衣(下着のみ)状態で100gまでを読み、0.1kg単位で記録した。周囲長は巻尺を用い、腹囲(Waist: W)は臍の高さで水平に、臀囲(Hip: H)は大転子のところを水平に1mmまで計測した。皮脂厚は栄研式キャリパー皮下脂肪厚計を用い、自然立位の身体の右側に、上腕背部(Triceps: Tri)を肩峰点と肘頭の中点、肩胛骨下部(Subscapular: Sub)を肩胛骨下角部の直下のところにて計測した。

【冠動脈疾患危険因子】収縮期血圧(SBP)、拡張期血圧(DBP)、Total Cholesterol(TC)、HDL-Cholesterol(HDL-C)、LDL-C Cholesterol(LDL-C)、TG(Triglyceride)、FBS(Fasting Blood Sugar)をCRFとして用いた。血液検査は夕食後12時間後の朝空腹時採血にて行った。LDL-Cholesterolは、Freidewaldの式($LDL-C = TC - HDL-C - TG/5$)により計算した。なお、TGが400を越える場合は、 $LDL-C = TC - HDL-C - TG \times 0.16$ を用いて計算した。

【肥満指標】従来の研究から有用な肥満指標とされてきたもののうち、身長と体重から算出する体格指標としては $BMI = Wt(kg)/S(m)^2$ を用いた。体脂肪率(%Fat)はTriとSubを用い長嶺による体密度推定式からBrozekによる%fat推定式を用いて計算した。体脂肪分布指標としては、 $Sub/Tri = Sub \div Tri$ 、 $WHR = W \div H$ 、 $WSR = W \div S$ を各々算出して用いた。

3. 分析方法

各肥満指標とCRFとの間の関連については、Pearsonの積立相関係数を計算し、相関係数相互間の有意差の検定を行った。検定の多重性についてはBonferroniの方法で補正した。男女別2群間の平均値の差の検定にはWelchの検定を、年齢層間の平均値の差の検定には一元配置分散分析を行った。いずれも有意水準5%をもって有意とした。また、算出した各肥満指標によるCRFへのリスクを評価するため、CRF高値者割合の比較をリスク比にて行った。ただし、交絡因子の影響を調整するため、ロジスティックモデルによる期待平均リスクを用いた標準化リスク比とその95%信頼区間を算出した。CRF高値基準は以下

の参考表に示した³⁰⁾。なお、降圧剤や糖尿病薬を服用しているものについては、参考票の基準に関係なく高値者とした。肥満指標のスクリーニングレベルについては、BMI, %Fat, WHR は日本肥満学会の基準³¹⁾を参考とし、WSR と腹囲のカットポイントについては、それぞれの範囲を5等分して用いた。また、対象を年齢により45歳未満、45-59歳、60歳以上の3群に分けても分析した。

参考表 CRF の高値基準

SBP	140 ≤
DBP	90 ≤
TC	220 ≤
HDL-C	45 ≥
LDL-C	130 ≤
TG	150 ≤
FBS	110 ≤

III 研究結果

1. 対象の基本属性と肥満指標

対象の基本属性を表1に示した。男性は女性に比べ、身長、体重、周囲長2部位とも大きく、皮下脂肪厚2部位とも有意に小さかった (p<0.001)。CRFについては、SBP, DBP, TG, FBSは男性が有意に高く、TC, HDL-C, LDL-Cは女性が有意に高かった。

今回身体計測値から計算して用いた6種類の肥

表1 対象の属性

	Female	Male	Welch'
n	3,021	1,525	
Age	42.7±12.7	44.3±13.5	NS
Height	155.5±5.7	167.8±6.2	***
Weight	55.1±8.1	66.9±9.9	***
Skinfold Thickness			
Triceps	20.5±6.5	11.4±4.9	***
Subscapular	20.6±8.3	17.3±6.9	***
Circumferences			
Waist	79.6±9.8	83.8±8.6	***
Hip	93.0±5.8	94.6±5.6	***
CRF (Cardiovascular Risk Factors)			
SBP	111.9±16.6	121.2±15.7	***
DBP	70.4±10.8	77.1±10.9	***
TC	206.0±39.5	202.9±36.8	**
HDL-C	62.1±14.5	52.0±13.7	***
LDL-C	126.6±36.2	124.7±32.7	*
TG	87.0±61.1	138.3±100.6	***
FBS	90.2±13.8	95.6±18.5	***

The test of Welch shows the sex-differences.

*: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

満指標も、すべて性差がみられ (p<0.001)、BMI, Sub/Tri, WHRは男性の方が、%FatとWSRは女性の方が有意に大きかった(表2)。また、女性ではBMI, WHR, WSRが、男性ではWHR, WSRが年齢とともに大きくなる傾向がみられたが、%FatやSub/Triは中年期をピークと

表2 性別、年齢層別の肥満指標

Age	n	BMI	%Fat	Sub/Tri	WHR	WSR
Female all		22.8±3.2	27.5±7.9	1.03±0.34	0.86±0.08	0.51±0.07
-44	1,640	22.2±3.2	26.5±8.1	1.01±0.36	0.83±0.07	0.49±0.06
45-59	1,100	23.5±3.2	28.9±7.4	1.05±0.32	0.88±0.07	0.53±0.06
60-	282	23.7±3.1	28.0±7.7	1.05±0.31	0.92±0.07	0.56±0.07
ANOVA		***	***	**	***	***
Male all		23.7±3.2	17.8±5.2	1.61±0.57	0.89±0.06	0.50±0.05
-44	779	23.6±3.4	18.2±5.7	1.50±0.53	0.86±0.06	0.49±0.06
45-59	508	24.1±2.9	17.7±4.7	1.75±0.60	0.90±0.05	0.51±0.05
60-	239	23.5±2.8	17.0±4.4	1.66±0.56	0.91±0.06	0.52±0.05
ANOVA		*	**	***	***	***
Sex-difference ¹⁾		***	***	***	***	***

¹⁾ the test of Welch

ANOVA and the test of Welch ; *: p<0.05, **: p<0.01, ***: p<0.001

して減少または横ばいの傾向があった。

2. 身体計測値とCRFの関連

表3-1に男女別、年齢層別の身体計測値とCRFの相関係数を示した。

全年齢の女性については、身体計測値のうち身長は、HDL-Cを除くCRFと有意な負の相関があった。身長を除く身体計測値は、すべてのCRFと有意な相関があった。男性でも女性と同様の傾向があり、身長はTGを除くCRFと有意な相関があり、その他の身体計測値はFBSを除くCRFと有意な相関があった。なかでも腹囲とCRFの相関係数が他の身体計測値とCRFの相関係数に比べて高い値であった。男女別、年齢層別の検討では、身体計測値のなかで腹囲と有意な相関関係を示したCRFが多かった。

表3-2には腹囲とCRFとの相関係数と、その他の身体計測値とCRFとの相関係数間の有意差の検定結果を男女別に示した。

全年齢の女性における腹囲と各CRFの相関係数は、体重とHDL-C、FBS、上腕背部皮脂厚とHDL-C、肩胛骨下部皮脂厚とDBP、HDL-C、LDL-C、TG、FBSの相関係数を除く、その他の身体計測値とCRFとの相関係数と有意差が認められた。全年齢の男性でも、腹囲と各CRFの相関係数は、体重とHDL-C、TG、臀囲とHDL-C、肩胛骨下部皮脂厚とCRFの相関係数を除く、その他の身体計測値とCRFとの相関係数と統計的に有意差が認められた。男女とも腹囲とCRFの相関が他の身体計測値とCRFとの相関より強いことが示された。

3. 肥満指標とCRFの関連

身体計測値から算出した肥満指標とCRFとの相関係数を表4-1に示した。

全年齢の女性については、各肥満指標はCRFと有意な相関があった。男性における肥満指標とCRFの間には、%FatとFBS、Sub/TriとSBP、FBSの間を除き有意な相関があった。男女別、年齢層別の検討でもほぼ同じ傾向があったが、男女とも各肥満指標とHDL-C間を除き、年齢層が高くなるほど肥満指標とCRFとの相関係数が小さくなる傾向があった。とくに男女におけるTC、LDL-C、男性におけるFBSにおいてその傾向が強かった。

WSRとCRFとの相関係数と、その他の肥満

指標とCRFとの相関係数間の有意差の検定結果を男女別に表4-2に示した。

女性におけるWSRとCRFとの相関係数は、BMI、WHRとTCとの相関係数間を除いて有意差がなかった。%Fat、Sub/Triとは、%FatとHDL-C、FBSとの相関係数を除き、有意差が認められた。男性におけるWSRとCRFの相関係数は、BMI、WHRとはBMIとFBSとの相関係数を除いて有意差がなかった。%Fat、Sub/Triとは、%FatとHDL-C、LDL-C、TGの相関係数を除き、有意差が認められた。男女ともWSRとCRFの相関は、%Fat、Sub/TriとCRFの相関より強いことが示された。

4. 各肥満指標によるCRFのリスク比の比較

以下では各肥満指標によるCRFへのリスクを評価するため、CRF高値者割合の比較をリスク比にて行った。肥満の程度やCRFは年齢とともに変化したので、年齢の影響を調整したリスク比とその95%信頼区間(95% Confidence Interval: CI)を算出した(表5, 6)。表中の数字は、小数点以下二桁のところを四捨五入しており、信頼区間下限の1.0は実際1.0を少し上回ったものを表示した。また、表6の男性の結果において腹囲70cm未満のところでDBP高値者がいなかったため、70-80cmのところからリスク比を計算した。

なお、Sub/TriはCRFとの関連が小さかったため、以下の分析結果から除外した。

表5に示した女性についてみると、肥満指標のBMI、%Fat、WHR、WSRはすべてのCRFのリスク比と有意な正の関連があった。WHRによるSBP、TC、LDL-Cのリスク比を除くと、これらの肥満指標が大きくなるとCRFのリスク比も直線的に高くなる傾向がみられた。なかでもWSRによる各CRFのリスク比の勾配が最も大きく、WSRが大きくなるとCRFのリスク比が最も高く上昇した。WSRが0.45未満の人々に比べ0.60以上の人のリスク比は、LDL-Cの1.7(95%CI: 1.4-2.0)倍からDBPの19.9(95%CI: 5.8-68.2)倍まで上昇した。また、SBPとFBSのリスク比はWSRが0.55以上において、DBP、HDL-C、TGはWSRが0.5、TC、LDL-CはWSR 0.45の水準からリスク比が有意に高くなっており、CRFによってはその増加水準にやや相違がみられた。BMIによるSBP、DBP、TC、LDL-C、FBSのリス

表 3-1 各年齢層における身体計測値と冠動脈疾患危険因子との相関係数

	Female						Male							
	SBP	DBP	TC	HDL-C	LDL-C	TG	FBS	SBP	DBP	TC	HDL-C	LDL-C	TG	FBS
全年齢														
Stature	-.19***	-.14***	-.20***	.02	-.18***	-.13***	-.07***	-.19***	-.15***	-.15***	-.07**	-.12***	-.03	-.12***
Weight	.28***	.31***	.12***	-.28***	.17***	.21***	.20***	.13***	.22***	.12***	-.31***	.11***	.25***	.01
Hip	.24***	.25***	.11***	-.21***	.16***	.15***	.14***	.13***	.19***	.09**	-.28***	.11***	.21***	-.01
Waist	.41***	.38***	.26***	-.30***	.30***	.31***	.24***	.30***	.37***	.25***	-.33***	.22***	.34***	.14***
Triceps	.26***	.26***	.16***	-.26***	.21***	.19***	.15***	.11***	.12***	.11***	-.22***	.11***	.18***	-.02
Subscapular	.32***	.33***	.19***	-.31***	.24***	.26***	.23***	.21***	.29***	.21***	-.30***	.20***	.28***	.09***
<45歳														
Stature	-.03	-.03	-.08**	-.00	-.05*	-.08***	-.02	-.08*	-.12**	-.13***	-.05	-.08*	-.07*	-.07
Weight	.34***	.33***	.16***	-.30***	.22***	.23***	.21***	.26***	.28***	.21***	-.33***	.20***	.29***	.10**
Hip	.29***	.27***	.14***	-.23***	.20***	.18***	.15***	.25***	.24***	.17***	-.31***	.18***	.24***	.09**
Waist	.35***	.33***	.21***	-.30***	.27***	.27***	.21***	.34***	.38***	.32***	-.38***	.29***	.38***	.18***
Triceps	.26***	.25***	.17***	-.28***	.24***	.20***	.17***	.22***	.20***	.19***	-.27***	.19***	.21***	.05
Subscapular	.32***	.31***	.18***	-.32***	.25***	.27***	.21***	.31***	.35***	.30***	-.37***	.28***	.32***	.13***
45-59歳														
Stature	-.07*	-.02	-.03	-.01	-.04	-.01	.01	-.01	.02	-.04	-.03	-.06	.04	-.00
Weight	.29***	.32***	.08**	-.27***	.12***	.22***	.23***	.21***	.27***	.08	-.27***	.07	.22***	.03
Hip	.22***	.24***	.11***	-.19***	.13***	.17***	.15***	.17***	.26***	.09*	-.25***	.07	.22***	-.01
Waist	.31***	.30***	.11***	-.28***	.14***	.27***	.19***	.25***	.32***	.14**	-.28***	.09*	.31***	.08
Triceps	.23***	.22***	.09**	-.23***	.13***	.17***	.12***	.13**	.14**	.05	-.17***	.04	.08***	.02
Subscapular	.30***	.30***	.11***	-.28***	.16***	.21***	.22***	.18***	.24***	.11*	-.24***	.07	.26***	.14**
60歳≦														
Stature	-.04	.04	.03	.02	.04	-.05	.03	-.18**	-.11	.02	-.08	.05	.01	.00
Weight	.23***	.28***	.06	-.28***	.13*	.14*	.15*	.07	.18**	.03	-.32***	.11	.16*	-.00
Hip	.21***	.23***	.03	-.19**	.10	.04	.07	.08	.15*	-.03	-.23***	.06	.05	-.04
Waist	.27***	.26***	.10	-.34***	.15*	.25***	.17**	.16*	.24***	.02	-.36***	.09	.22***	.04
Triceps	.17**	.20***	.03	-.24***	.09	.11	.08	.14*	.08	.12	-.12	.14*	.10	-.05
Subscapular	.23***	.24***	.06	-.33***	.10	.26***	.20***	.13*	.22***	.09	-.19**	.14*	.09	-.04

Pearson's product moment correlation coefficient; *, ** : p<0.05, *** : p<0.01, **** : p<0.001

表3-2 相関係数間の有意差の検定結果

		Female					Male				
		Stature	Weight	Hip	Tri	Sub	Stature	Weight	Hip	Tri	Sub
Waist	SBP	-24.4***	-5.7***	-7.4***	6.6***	4.0***	-13.8***	-4.9***	-4.9***	5.5***	2.7
	DBP	-21.0***	-3.1*	-5.6***	5.2***	2.2	-14.9***	-4.5***	-5.4***	7.4***	2.5
	TC	-18.2***	-5.7***	-6.0***	4.1***	2.9*	-11.2***	-3.7**	-4.6***	4.0***	1.2
	HDL-C	12.8***	0.9	3.7**	-1.7	0.4	7.5***	0.6	1.5	-3.3*	-0.9
	LDL-C	-19.1***	-5.4***	-5.8***	3.7**	2.5	-9.5***	-3.1*	-3.1*	3.1*	0.6
	TG	-17.5***	-4.2***	-6.6***	5.0***	2.1	-10.6***	-2.7	-3.9***	4.7***	1.8
	FBS	-12.2***	-1.6	-4.0***	3.6**	0.4	-7.2***	-3.6**	-4.2***	4.4***	1.4

表中には、Waist と各 CRF との相関係数と、その他の身体計測値と各 CRF との相関係数間の差の検定結果を示した。検定の多重性について Bonferroni の方法で補正を行った。

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

表中の Tri は Triceps, Sub は Subscular である。

く比、WHR による HDL-C、TG のリスク比の勾配が WSR に続いて高かった。BMI では、20 以上 24 未満の「普通範囲」⁴⁵⁾において、DBP、TC、HDL-C、LDL-C、TG のリスク比が有意に高くなっていた。WHR の場合では、女性では通常基準値以下とされる 0.8 以上 0.9 未満のところでも、0.8 未満に比べると TC、HDL-C、LDL-C、TG のリスク比が有意に高くなっていた。%Fat は他の肥満指標に比べると CRF との関連が小さかったが、20 以上 25% 未満のところでも LDL-C、TG のリスク比が有意に高くなっていた。しかし、これらの肥満指標に比べると、腹囲そのものによる SBP、DBP、HDL-C、FBS のリスク比の勾配が最も高く、腹囲が大きくなるにつれこれらの CRF のリスク比が最も大きく上昇した。

表 6 の男性では女性とはやや異なった傾向がみられ、BMI や WSR による FBS、WHR による SBP のリスク比に有意な上昇はみられず、%Fat による LDL-C、WHR による TC、LDL-C、WSR による SBP、LDL-C、TG リスク比は必ずしも直線的な上昇はなかった。しかし、BMI による SBP、LDL-C、WHR による DBP、HDL-C、TG、FBS、WSR による TC リスク比の勾配が最も高く、肥満指標によって各 CRF との関連の程度が異なる結果であった。しかし、男性でも肥満指標よりも腹囲そのものにより SBP、TC、HDL-C のリスク比の勾配が最も高かった。また、男性でも BMI の 20 以上 24 未満のところでも FBS を除いたすべての CRF のリスク比が有意に高くなっており、また WHR の 1.0 (男性の基準値)³¹⁾未満のところでも DBP、TC、HDL-C、LDL-C、TG のリスク

比が有意に上昇していた。

各 CRF のうち一つでも高値基準を越えるリスク比を肥満指標別に表 7 に示した。女性では BMI、%Fat、WSR がほぼ同じ傾向で、男性では WSR が大きくなると CRF 高値者となるリスク比が最も大きくなる結果であった。しかし、ここでも、肥満指標に比べ腹囲そのものによるリスク比の勾配が最も高くなっていた。

IV 考 察

本研究では、CRF との関連からみた有用な肥満指標の開発を目的とし、従来から最もよく用いられてきた肥満指標のうち、身長と体重からの体格指標、皮下脂肪厚からの体脂肪指標、周囲長や皮下脂肪厚による体脂肪分布指標の比較検討を地域住民 4,551 人を対象として行った。

今回の対象の身体的特徴について、平成 7 年国民栄養調査成績²⁾の身長や体重を参照してみると、平均値でみる限りはほぼ同水準であり、一般的に地域集団であると考えることができた。また、性別年齢層別の検討により、女性では %Fat が男性より、男性では BMI、WHR が女性より有意に高く、年齢に伴った肥満指標のピークが女性の方が高年齢の方にシフトしており、これらの傾向についても全国調査²⁾と同じ傾向であった。

まず、身体計測値と CRF との間には有意な相関がみられ、体重、皮下脂肪厚のなかでは上腕背部に比べ肩胛骨下部と、周囲長では臀囲より腹囲と CRF との相関が強かった。このような結果は、従来からの体脂肪分布と CRF の関連について検討した研究結果^{7,32,33)}と一致しており、上半

表 4-1 各年齢層における肥満指標と冠動脈疾患危険因子との相関係数

	Female						Male							
	SBP	DBP	TC	HDL-C	LDL-C	TG	FBS	SBP	DBP	TC	HDL-C	LDL-C	TG	FBS
全年齢														
BMI	.39***	.39***	.22***	-.30***	.27***	.28***	.25***	.25***	.32***	.20***	-.30***	.19***	.29***	.08***
%Fat	.31***	.32***	.18***	-.31***	.24***	.25***	.21***	.18***	.24***	.18***	-.29***	.17***	.26***	.05
WHR	.39***	.34***	.18***	-.26***	.31***	.32***	.23***	.34***	.38***	.30***	-.25***	.25***	.33***	.23***
WSR	.44***	.40***	.30***	-.29***	.33***	.33***	.25***	.35***	.40***	.28***	-.29***	.25***	.33***	.18***
Sub/Tri	.18***	.18***	.12***	-.16***	.14***	.17***	.17***	.06	.13***	.10**	-.13***	.11***	.08**	.06
<44歳														
BMI	.37***	.36***	.20***	-.31***	.27***	.28***	.23***	.32***	.35***	.28***	-.32***	.25***	.34***	.14***
%Fat	.31***	.30***	.18***	-.33***	.25***	.25***	.20***	.29***	.30***	.26***	-.34***	.25***	.29***	.09**
WHR	.27***	.26***	.19***	-.25**	.23***	.26***	.18***	.31***	.38***	.35***	-.32***	.30***	.38***	.19***
WSR	.35***	.33***	.22***	-.29***	.28***	.29***	.21***	.35***	.41***	.35***	-.36***	.31***	.39***	.19***
Sub/Tri	.13***	.13***	.04	-.11***	.05*	.11***	.08**	.10**	.17***	.11*	-.06	.10**	.08*	.08*
45-59歳														
BMI	.34***	.34***	.10**	-.28***	.13***	.23***	.22***	.23***	.29***	.12**	-.28***	.11*	.22***	.04
%Fat	.30***	.30***	.11***	-.29***	.16***	.21***	.19***	.18***	.22***	.09*	-.24***	.06*	.26***	.10*
WHR	.27***	.24***	.07*	-.26***	.09**	.26***	.15***	.24***	.27***	.14**	-.22***	.08	.29***	.14**
WSR	.32***	.29***	.11***	-.27***	.14***	.26***	.17***	.25***	.30***	.15***	-.27***	.11*	.28***	.08
Sub/Tri	.14***	.15***	.06*	-.11***	.07*	.10***	.17***	.06	.12**	.06	-.11*	.03	.12**	.14**
60歳≧														
BMI	.28***	.29***	.06	-.32***	.13*	.17**	.16**	.17**	.25***	.03	-.31***	.10	.17**	-.01
%Fat	.23***	.24***	.05	-.31***	.10	.21***	.16**	.15*	.18**	.11	-.17**	.16*	.10	-.05
WHR	.20***	.15*	.12*	-.32***	.14*	.33***	.19**	.19**	.26***	.06	-.36***	.09	.31***	.10
WSR	.28***	.25***	.10	-.33***	.14*	.26***	.16**	.21**	.27***	.01	-.33***	.07	.21***	.04
Sub/Tri	.14*	.13*	.03	-.19**	.02	.25***	.20***	.05	.21**	-.07	-.12	-.00	-.03	-.04

Pearson's product moment correlation coefficient; * : p<0.05, ** : p<0.01, *** : p<0.001

表4-2 相関係数間の有意差の検定結果

		Female				Male			
		BMI	%Fat	WHR	Sub/Tri	BMI	%Fat	WHR	Sub/Tri
WSR	SBP	-2.3	-5.9***	-2.3	11.3***	-3.0	-5.1***	-0.3	8.4***
	DBP	-0.5	-3.6**	-2.7	9.4***	-2.5	-4.9***	-0.7	8.1***
	TC	-3.3**	-5.0***	-5.0***	7.3***	-2.3	-2.9*	0.6	5.2***
	HDL-C	-0.4	-0.9	1.3	-5.3***	-0.3	0.0	1.2	-4.6***
	LDL-C	-2.6	-3.8**	-0.9	7.8***	-1.7	-2.3	0.0	4.0***
	TG	-2.1	-3.4**	-0.4	6.7***	-1.2	-2.1	0.0	7.2***
	FBS	0.0	-1.6	-1.8	3.3**	-2.8*	-3.6**	1.4	3.4**

表中には、肥満指標のWSRと各CRFとの相関係数と、その他の肥満指標と各CRFとの相関係数間の差の検定結果を示した。

検定の多重性について Bonferroni の方法で補正を行った。

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$, *** : $p < 0.001$

身（腹部）または体中心部（肩胛骨、腸骨部位）の脂肪蓄積が、下半身（臀部、大腿部）または体末梢（上腕部）の脂肪蓄積に比べCRFとの関連が強いことが再確認された。また、これらの身体計測値のなかでも、CRF全般ととくに相関が強かったのは腹囲であった。腹部に過剰なエネルギーを中性脂肪として蓄積することは、腹部の脂肪細胞の肥大^{33~35}を伴い、四肢に比べ腹部に脂肪蓄積量を増やし³²、腹腔内脂肪の相対的な量が大きくなると代謝異常に影響されやすく³⁶、冠動脈疾患の発生率を高くする³⁷と報告されている。腹囲は比較的簡単に測定でき、腹部の脂肪蓄積状況をよく反映するものであり、しかも個人として日頃意識しやすい部位である。そのため、指導現場において簡便に使える有用な指標の一つであると考えられる。腹囲の有効性についてはすでいくつかの大規模な研究結果が報告^{22~28}されており、CRFと関連した肥満の指標として国内でも使えるものと考えられた。

個人の健康管理上での指標としては腹囲そのものでも差し支えないと考えられるが、集団を対象とし、その中での比較を行うためには体格による標準化が必要となる。身長は体格を表す最も代表的な指標であり、CRFとは負の相関関係があることから、WSRは腹囲と身長という両因子のCRFとの関連をとともに反映した指標であると考えられる。そこで、従来の代表的な肥満指標に、身長により体格の補正を行ったWSRを分析に加え、CRFとの関連を比較した。その結果、今回

比較した肥満指標のなかでWSRはCRF全般と強い相関関係があった。この結果は欧米の研究結果^{20,21,38}を支持し、国内職域を対象とした著者らの研究結果¹⁹とも一致しており、WSRとCRFの関連性について再確認された結果となった。

また、一般的に用いられているBMI、%Fat、WHRもCRFと有意な相関関係をみせ、従来の研究を裏付ける結果となった^{8,33}。しかし、皮下脂肪厚から求めた体脂肪分布指標のSub/Triは比較的相関が弱く、CRFと強い相関関係があったという報告³⁹とは異なる結果となった。その理由としては、まず皮下脂肪厚計測値による体脂肪分布の推定誤差が考えられる。DEXA(Dual energy X-ray absorptiometry)などのように精度の高いものにより体脂肪率や体脂肪分布を検討した場合、CRFとの関連は今回の結果より強かったことも考えられる。今回は従来から最も一般的に用いられているキャリパーによる計測2部位の値を用いたが、この点についてはさらなる検討が必要である。また、対象の違いなどによる結果の違いとも考えられる。体脂肪分布には人種や民族差^{4,40}があり、肥満指標のなかには指標化することによりCRFとの相関係数が強くなるものもあれば、身体計測値そのものの方がCRFとの関連が強く、指標化することによって、用いた計測値とCRFの間の相関が相殺され、相関関係が弱くなるものがあった。例えばWHRに用いる腹囲と臀囲は、互いの相関（女性 $r=0.71$, $p<0.000$ 、男性 $r=0.77$, $p<0.000$ ）が高く、CRFともそれ

表5 肥満指標によるCRF別の年齢調整リスク比(女性)

	人数	SBP	DBP	TC	HDL-C	LDL-C	TG	FBS
BMI								
-20.0	558	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20.0-24.0	1,538	1.4(0.7-0.6)	3.5(1.1-11.3)	1.2(1.0-1.4)	1.9(1.2-3.0)	1.3(1.1-1.5)	2.1(1.2-3.8)	1.4(0.6-3.0)
24.0-26.4	516	3.2(1.6-6.4)	11.1(3.4-35.7)	1.4(1.2-1.7)	3.3(2.0-5.4)	1.5(1.3-1.8)	5.0(2.7-9.2)	2.6(1.2-6.0)
26.4-	409	4.9(2.5-9.8)	19.7(6.1-63.5)	1.5(1.2-1.8)	6.4(3.9-10.6)	1.6(1.4-1.9)	6.6(3.6-12.0)	5.2(2.3-11.6)
%Fat								
-20.0	498	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20.0-25.0	750	1.0(0.5-2.1)	2.6(0.9-7.6)	1.1(0.9-1.3)	1.6(0.9-2.7)	1.3(1.1-1.5)	1.8(1.0-3.3)	1.1(0.5-2.5)
25.0-30.0	738	2.1(1.1-3.9)	4.6(1.7-12.9)	1.2(1.0-1.4)	3.0(1.8-4.9)	1.4(1.2-1.7)	2.7(1.6-4.8)	1.5(0.7-3.1)
30.0-	1,035	3.8(2.1-7.0)	10.2(3.8-27.4)	1.4(1.2-1.6)	4.5(2.8-7.4)	1.6(1.4-1.9)	4.7(2.8-8.0)	3.1(1.6-6.0)
WHR								
-0.8	699	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.8-0.9	1,410	1.4(0.8-2.6)	1.9(0.9-3.9)	1.2(1.0-1.4)	2.1(1.4-3.1)	1.3(1.1-1.4)	2.5(1.4-4.4)	1.3(0.7-2.5)
0.9-1.0	807	3.1(1.7-5.0)	5.0(2.4-10.4)	1.3(1.1-1.5)	3.5(2.3-5.5)	1.4(1.2-1.6)	6.1(3.4-10.8)	1.9(0.9-3.8)
1.0-	105	2.2(1.1-4.5)	5.5(2.1-14.5)	1.2(0.9-1.5)	6.6(3.5-12.5)	1.2(0.9-1.4)	7.5(3.5-16.1)	5.2(2.1-13.0)
WSR								
-0.45	491	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.45-0.50	798	1.0(0.4-2.5)	1.6(0.5-5.6)	1.4(1.1-1.8)	1.7(0.9-3.0)	1.1(1.0-1.5)	1.5(0.6-3.5)	1.1(0.5-3.1)
0.50-0.55	847	2.2(0.9-5.1)	5.4(1.7-17.6)	1.4(1.1-1.7)	3.2(1.9-5.6)	1.3(1.1-1.6)	5.1(2.3-11.2)	1.4(0.6-3.6)
0.55-0.59	542	3.2(1.4-7.6)	7.8(2.3-26.3)	1.6(1.3-2.0)	4.3(2.4-7.8)	1.6(1.4-2.0)	8.7(3.9-19.5)	2.7(1.1-6.7)
0.60-	343	5.8(2.4-13.9)	19.9(5.8-68.2)	1.9(1.5-2.4)	7.4(4.0-13.7)	1.7(1.4-2.0)	9.9(4.4-22.5)	5.9(2.3-15.2)
Waist								
-70.0	491	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
70.0-80.0	1,145	1.9(0.7-4.7)	5.1(1.2-21.2)	1.3(1.0-1.6)	1.8(1.1-3.0)	1.2(1.0-1.4)	1.8(0.9-3.7)	0.9(0.4-1.9)
80.0-90.0	947	4.1(1.7-9.9)	9.9(2.4-40.8)	1.4(0.2-1.7)	3.6(2.1-6.0)	1.4(1.2-1.7)	5.5(2.8-11.0)	1.7(0.8-3.7)
90.0-100	346	7.2(2.8-18.3)	19.6(4.5-84.7)	1.6(1.3-2.0)	5.1(2.9-9.2)	1.6(1.4-1.9)	8.4(4.1-17.1)	3.1(1.3-7.2)
100-	92	8.9(3.4-23.2)	47.1(10.5-210.7)	1.7(1.3-2.1)	8.7(4.5-16.9)	1.6(1.3-1.9)	6.5(2.9-14.4)	7.2(3.1-16.8)

表6 肥満指標によるCRF別の年齢調整リスク比(男性)

	人数	SBP	DBP	TC	HDL-C	LDL-C	TG	FBS
BMI								
-20.0	153	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20.0-24.0	702	3.0(1.1-7.9)	2.4(1.1-5.8)	1.5(1.0-2.2)	1.6(1.1-2.5)	1.5(1.1-2.1)	2.1(1.3-3.5)	1.3(0.6-2.6)
24.0-26.4	414	4.1(1.5-11.0)	4.3(1.8-10.4)	2.0(1.3-2.9)	2.5(1.7-3.8)	1.8(1.3-2.5)	3.7(2.3-6.2)	1.6(0.8-3.4)
26.4-	256	5.8(2.1-15.4)	6.1(2.5-14.7)	2.3(1.5-3.4)	3.2(2.2-4.8)	2.0(1.4-2.7)	4.7(2.8-7.6)	1.8(0.9-3.8)
%Fat								
-20.0	1,086	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20.0-25.0	304	1.8(1.4-2.5)	1.5(1.1-2.0)	1.4(1.2-1.7)	1.7(1.4-2.0)	1.3(1.1-1.4)	1.6(1.4-1.9)	1.2(0.8-1.8)
25.0-30.0	95	2.2(1.3-3.6)	2.1(1.4-3.2)	1.5(1.1-1.9)	1.9(1.5-2.4)	1.3(1.0-1.6)	1.9(1.5-2.4)	1.1(0.5-2.2)
30.0-	40	3.2(1.6-6.3)	3.7(2.2-6.1)	2.0(1.4-2.8)	2.1(1.6-2.9)	1.3(0.9-1.9)	2.2(1.6-3.0)	3.6(1.9-6.8)
WHR								
-0.8	134	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.8-0.9	702	1.0(0.4-2.6)	1.7(0.6-5.4)	1.4(0.9-2.2)	2.4(1.5-3.8)	1.2(0.9-1.7)	6.6(2.7-16.2)	0.9(0.4-2.6)
0.9-1.0	650	1.9(0.7-4.8)	6.7(2.1-21.5)	2.9(1.7-4.8)	3.6(2.2-5.9)	1.7(1.2-2.4)	15.0(6.0-37.3)	1.7(0.6-4.4)
1.0-	39	2.3(0.7-7.9)	15.2(3.2-73.1)	1.3(0.7-2.5)	7.3(3.1-17.4)	1.1(0.6-1.9)	19.7(5.4-71.3)	5.9(1.3-27.1)
WSR								
-0.45	235	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
0.45-0.50	457	0.9(0.4-1.8)	2.2(0.9-5.5)	1.8(1.2-2.6)	1.8(1.2-2.5)	2.0(1.4-2.7)	4.0(2.2-7.0)	0.6(0.3-1.1)
0.50-0.55	557	1.9(1.0-3.7)	5.7(2.3-14.0)	2.7(1.8-3.9)	3.1(2.1-4.4)	2.2(1.6-3.1)	7.9(4.5-14.0)	1.2(0.7-2.1)
0.55-0.59	217	1.6(0.8-3.2)	7.2(2.7-18.8)	2.9(1.8-4.6)	3.8(2.5-5.8)	2.1(1.5-3.0)	10.5(5.5-19.9)	1.3(0.6-2.5)
0.60-	59	3.6(1.7-7.8)	11.9(4.1-34.9)	2.9(1.8-4.9)	4.1(2.6-6.6)	2.1(1.3-3.2)	8.7(4.4-17.4)	1.8(0.8-3.9)
Waist								
-70.0	74	1.0	—	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
70.0-80.0	400	2.5(0.4-17.0)	1.0	2.0(0.9-4.2)	3.3(1.4-8.0)	2.3(1.2-4.4)	2.7(0.9-8.5)	0.8(0.3-2.6)
80.0-90.0	712	4.0(0.6-27.0)	2.4(1.5-3.7)	3.0(1.4-6.3)	6.3(2.6-15.2)	2.9(1.5-5.4)	9.3(3.0-28.8)	1.2(0.4-3.7)
90.0-100	288	5.4(0.8-36.6)	3.3(2.1-5.2)	4.6(2.0-10.5)	9.7(3.8-24.3)	3.4(1.7-6.8)	13.0(4.1-41.2)	1.7(0.5-5.3)
100-	51	10.2(1.4-77.1)	6.0(3.5-10.2)	3.2(1.3-7.7)	13.9(5.0-38.7)	2.6(1.2-5.5)	14.4(4.2-50.3)	2.5(0.7-9.5)

それ有意な相関関係があり、これら2部位を指標化することによりCRFとの関連を弱くした結果となった。すなわち、脂肪が比較的均等に分布している場合には、身体の2つの部位を用い指標化することによりCRFとの関連が弱くなった。また、皮下脂肪厚2部位や周囲長2部位を用いた指標の場合、2部位ともともに変動するものであり、減量指導前後などにおける変化をみる場合などにも、指標として用いることには問題がある。これに対し、WSRは、腹囲そのものよりも身長により指標化することによってCRFとの相関が強くなった。身長が高いことは冠動脈疾患リスクが低く^{41,42)}なることがすでに知られており、WSRは腹囲と身長両方のCRFとの関連の相乗効果を表した結果となった。

年齢を調整したリスク比を用いた比較において、女性ではWSRや腹囲そのものが、男性ではCRFによってBMI、WHR、WSRがそれぞれ異なった関連をみせ、WHRや腹囲そのものがCRF高値者発見に有効な結果であった。しかし、CRFのうち一つでも高値となる人をふり分ける最低スクリーニングの条件について検討した結果(表7)、男女とも肥満指標ではWSRが、さらに腹囲そのものによるリスク比の勾配が最も高くなる傾向がみられ、一次スクリーニングによりCRFの異常者を早期発見できうる肥満指標としてはWSRと腹囲が有用と考えられた。

実用性と測定上の問題については、WSRは身長と腹囲から求められるため、簡便性という点では身長と体重から求められるBMIに比較して劣らない。一方、WHRは体脂肪分布指標として注目されているが、集団を対象とする場合など、計測部位の2カ所とも一般健診項目に含まれていない場合が多く、臀囲は測定部位の確定がとくに難しくその再現性の問題が残されている。また、減量などにより腹囲とともに変化する部位でもあり、現場で実際に使う場面を想定した場合その有用性には疑問が多い。しかし、腹囲一項目だけの追加にしても、測定の時間や手間上の問題は残される。しかし、腹囲という部位は個人々が普段使っているベルトを着用する部位であり、体重よりも日頃気づきやすいところである。そのため、健康指導や教育上用いることは十分可能であり、CRFとの関連を理解させ現場で活用していくこ

表7 一つ以上のCRFが高値となる年齢調整リスク比

	Female	Male
BMI		
-20.0	1.0	1.0
20.0-24.0	1.3(1.1-1.4)	1.3(1.1-1.5)
24.0-26.4	1.5(1.3-1.7)	1.6(1.3-1.8)
26.4+	1.7(1.5-1.9)	1.7(1.4-2.0)
%Fat		
-20.0	1.0	1.0
20.0-25.0	1.2(1.1-1.4)	1.2(1.2-1.3)
25.0-30.0	1.4(1.2-1.6)	1.3(1.2-1.4)
30.0+	1.7(1.5-1.9)	1.4(1.2-1.6)
WHR		
-0.8	1.0	1.0
0.8-0.9	1.3(1.1-1.4)	1.4(1.1-1.6)
0.9-1.0	1.5(1.3-1.7)	1.5(1.2-1.9)
1.0+	1.4(1.2-1.6)	1.6(1.2-2.2)
WSR		
-0.45	1.0	1.0
0.45-0.50	1.2(1.1-1.5)	1.5(1.3-1.8)
0.50-0.55	1.4(1.2-1.6)	1.9(1.5-2.2)
0.55-0.59	1.7(1.5-2.0)	1.8(1.4-2.1)
0.60+	1.7(1.5-2.0)	2.0(1.6-2.4)
Waist		
-70.0	1.0	1.0
70.0-80.0	1.2(1.1-1.4)	1.8(1.2-2.6)
80.0-90.0	1.5(1.3-1.7)	2.1(1.5-3.0)
90.0-100	1.6(1.4-1.9)	2.4(1.6-3.5)
100+	1.8(1.5-2.0)	2.5(1.6-3.7)

とが望ましい。

本研究で用いたWSRは、体格を補正するために身長を用いた。身長は年齢と反比例し、CRFのなかでも年齢と負の相関関係のものがあつた。したがって、両者の間に年齢が交絡因子となっている可能性がある。今回リスク比の年齢の調整を線形仮説に基づいて一括して行った。しかし、今回の対象の年齢はかなり幅広く分布していたため、年齢の影響を完全に調整できなかったことも考えられる。しかし、腹囲そのものであれば、身長や年齢に影響されるものでなく、本研究結果でみられたようなCRFとの関連から考えても、肥満の指標として有用と考えられる。

今回の検討により、残されたもう一つの問題は、各肥満指標の基準値の問題である。CRFによっては通常用いられている基準値より低いとこ

ろにおいて、例えば男女ともBMIの20.0以上24.0未満、%Fatの20.0%以上25.0%未満、WHRの0.8以上0.9未満のところで、その一段下の基準値のところに比べるとCRFのリスク比の有意な上昇がみられた。本来肥満者のスクリーニングの目的は、疾患の予防の側面からの肥満の解消にある。すなわち、CRFとの関連が強く、危険因子をもつ肥満者を指導対象とすべきである。そのため、CRFの高値者割合が有意に高くなるその閾値の設定の見直しについては今後のさらなる研究が必要である。

以上の結果により、検討した肥満指標のうち、CRFとの関連からみた場合、WSRと腹囲そのものはCRFの高値者のスクリーニングに有効であり、健康指導現場などにおいては、腹囲そのものは簡便でわかりやすい肥満指標として有用であると結論された。

本研究は「第55回日本公衆衛生学会総会」でその一部を発表した（日本公衆衛生雑誌43（10特別附録）：439, 1996）。また、本研究の一部は「平成9年度公益信託タニタ健康体重基金助成金」の援助を受けた。

（受付 '98. 3.12）
採用 '98.12.18）

文 献

- 1) Kuczmarski RJ, Flegal KM, Campbell SM, et al. Increasing prevalence of overweight among US adults. *JAMA* 1994; 272: 205-211.
- 2) 厚生省保健医療局健康増進栄養課（監修）. 平成9年版国民栄養の現状. 東京：第一出版1997.
- 3) 李 廷秀, 川久保清. 日本人の肥満の頻度. 疫学ハンドブック重要疾患の疫学と予防（日本疫学会編集）. 東京：南江堂 1998; 170-171.
- 4) Scott MG, Gary JB, Michael HC, et al. Guide to primary prevention of cardiovascular diseases. A statement for health care professionals from the task force on risk reduction. *Circulation* 1997; 95: 2329-2331.
- 5) Alan N, Diana N, Roy LY, et al. Do cardiovascular disease risk factors predict all-cause mortality? *Int J Epidemiol* 1995; 24(5): 908-914.
- 6) Dyer AR, Stamler J, Shekelle RB, et al. Relative weight and blood pressure in four Chicago epidemiologic studies. *J Chronic Dis* 1982; 35: 897-908.
- 7) Baumgartner RN, Roche AF, Chumlea WC, et al. Fatness and fat patterns: Associations with plasma lipids and blood pressures in adults, 18 to 57 years of age. *Am J Epidemiol* 1987; 126(4): 614-628.
- 8) Hartz AJ, Rupley DC, Kalkhoff RD, et al. Relationship of obesity to diabetes: influence of obesity level and body fat distribution. *Prev Med* 1983; 12: 351-357.
- 9) Curb JD, Marcus EB. Body fat, coronary heart disease, and stroke in Japanese men. *Am J Clin Nutr* 1991; 53: 1612S-1615S.
- 10) Chan JM, Rimm EB, Golditz GA, et al. Obesity, fat distribution and weight gain as risk factors for clinical diabetes in men. *Diabetes Care* 1994; 17: 961-969.
- 11) Lew EA, Garfinkel L. Variations in mortality by weight among 750,000 men and women. *J Chronic Dis* 1979; 32: 563-576.
- 12) Van Itallie T. Health implications of overweight and obesity in the United States. *Ann Intern Med* 1985; 103: 983-988.
- 13) NIH consensus development conference statement: Health implication of obesity. *Annals of International Medicine* 1985; 103: 1073-1077.
- 14) Hubert HB, Feinleib M, Mcnamara PM, Castelli WP. Obesity as an independent risk factor for cardiovascular disease: A 26-year follow up of participants in the Framingham Heart Study. *Circulation* 1983; 67: 968-977.
- 15) Solomon CG, Manson JE. Obesity and mortality: a review of the epidemiologic data. *Am J Clin Nutr* 1997; 66(4): 1044S-1050S.
- 16) Manson JE, Stampfer MJ, Hemmekens CH, et al. Body weight and longevity. A reassessment. *JAMA* 1987; 257: 353-358.
- 17) Yao C-H, Slaterry ML, Jacobs DR Jr, et al. Anthropometric predictors of coronary heart disease and total mortality: findings from the US Railroad Study. *Am J Epidemiol* 1991; 134: 1278-1289.
- 18) Lundgren H, Bengtsson C, Blohme G, et al. Adiposity and adipose tissue distribution in relation to incidence of diabetes in women: results from a prospective population study in Gothenburg, Sweden. *Int J Obes* 1989; 13: 413-423.
- 19) Lee JS, Aoki K, Kawakubo K, Gunji A. A study on indices of body fat distribution for screening for obesity. *J Occup Health* 1995; 37: 9-18.
- 20) Perry AC, Applegate EB, Allison ML, et al. Relation between anthropometric measures of fat distribution and cardiovascular risk factors in overweight pre- and postmenopausal women. *Am J Clin Nutr* 1997; 66(4): 829-836.
- 21) Rissanen P, Hamalainen P, Vanninen E, et al. Relationship of metabolic variables to abdominal adiposity measured by different anthropometric measurements and dual-energy X-ray absorptiometry in

- obese middle-aged women. *Int J Obes & Relat Metab Disord* 1997; 21(5): 367-371.
- 22) Reeder BA, Senthilselvan A, Despres JP, et al. The association of cardiovascular disease risk factors with abdominal obesity in Canada. Canadian Heart Health Surveys Research Group. *CMAJ* 1997; 157 Suppl 1: S39-45.
- 23) Han TS, Richmond P, Avenell A, et al. Waist circumference reduction and cardiovascular benefits during weight loss in women. *Int J Obes & Relat Metab Disord* 1997; 21(2): 127-134.
- 24) Vincent JC, Ellen EW, Graham AC, et al. Body fat distribution and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. The Nurses' Health Study. *Am J Epidemiol* 1997; 145(7): 614-619.
- 25) Susan PW, Eric BR, Alberto A, et al. Body size and fat distribution as predictors of stroke among US men. *Am J Epidemiol* 1996; 144(12): 1143-1150.
- 26) Pols MA, Peeters PH, Twisk JW, et al. Physical activity and cardiovascular disease risk profile in women. *Am J Epidemiol* 1997; 146(4): 322-328.
- 27) Macdonald SM, Reeder BA, Chen Y, et al. Obesity in Canada: a descriptive analysis. Canadian Heart Health Surveys Research Group. *CMAJ* 1997; 157 Suppl 1: S3-9.
- 28) Ledoux M, Lambert J, Reeder BA, et al. Correlation between cardiovascular disease risk factors and simple anthropometric measures. Canadian Heart Health Survey Research Group. *CMAJ* 1997; 157 Suppl: S46-53.
- 29) 鈴木 尚. 人体計測—マルチンによる計測法. 東京: 人間と技術社. 1973.
- 30) 李 廷秀, 川久保清, 郡司篤晃. 冠動脈疾患危険因子と肥満度の関連について. *日本衛生学雑誌* 1997; 52(2): 462-469.
- 31) 日本肥満学会肥満症診療のてびき編集委員会. 肥満症. 診断・治療・指導のてびき. 東京: 医歯薬出版株式会社. 1993.
- 32) Kissebah AH, Vydellingum N, Murray R et al. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *JCE & M*, 1982; 54(2): 254-260
- 33) Krotkiewski M, Bjorntorp P, Sjostrom L, et al. Impact of obesity on metabolism in men and women: importance of regional adipose tissue distribution. *J Clin Invest* 1983; 72: 1150-1162.
- 34) Bjorntorp P, Sjostrom L. Number and size of adipose tissue fat cells in relation to metabolism in human obesity. *Metabolism* 1971; 20: 703-713.
- 35) Bjorntorp P, Gustafsson A, Persson B. Adipose tissue fat cell size and number in relation to metabolism in endogenous hypertriglyceridemia. *Acta Med Scand* 1971; 190: 363-367.
- 36) Sjostrom L, Kvist H. Regional body fat measurements with CT-scan and evaluation of anthropometric predictions. *Acta Med Scand Suppl* 1988; 723: 169-177.
- 37) Hazard WR. Atherogenesis: Why women live longer than men. *Geriatrics* 1983; 40: 42-52.
- 38) Kannel WB, Cupples LA, Ramaswami R, et al. Regional obesity and risk of cardiovascular disease: the Framingham study. *J Clin Epidemiol* 1991; 441: 183-190.
- 39) Blair D, Habicht JP, Sims EA, et al. Evidence for an increased risk for hypertension with centrally located body fat and the effect of race and sex on this risk. *Am J Epidemiol* 1984; 119(4): 526-540.
- 40) Stern MP, Rosenthal M, Haffner SM, et al. Sex difference in the effects of sociocultural status on diabetes and cardiovascular risk factors in Mexican Americans: The San Antonio Heart Study. *Am J Epidemiol* 1984; 120: 834-851.
- 41) Rim EB, Stampfer MJ, Giovannucci E, et al. Body size and fat distribution as predictors of coronary heart disease among middle-aged and older US men. *Am J Epidemiol* 1995; 141: 1117-27.
- 42) Hebert PR, Rich-Edwards JW, Manson JE, et al. Height and incidence of cardiovascular disease in male physicians. *Circulation* 1993; 88: 1437-1443.

A USEFUL INDEX HIGHLY CORRELATED WITH CORONARY RISK FACTORS FOR COMMUNITY BASED OBESITY SCREENING

Jung Su LEE*, Kiyoshi KAWAKUBO*

Key words: Obesity, Obesity index, Screening, Coronary risk factors, Waist, Waist to stature ratio

Obesity is associated with an increased risk for all cause mortality especially coronary heart disease (CHD). An obesity index highly correlated with coronary risk factors (CRF) has not been well studied, especially in Japan.

This study compared obesity indices: body mass index (BMI), percentage of body fat (%Fat), waist to hip ratio (WHR), waist to stature ratio (WSR) and subscapular to triceps subcutaneous fat ratio (Sub/Tri) with CRF, including systolic blood pressure (SBP), diastolic blood pressure (DBP), total cholesterol (TC), high density lipoprotein cholesterol (HDL-C), low density lipoprotein cholesterol (LDL-C), triglyceride (TG) and fasting blood sugar (FBS). The subjects were 4,551 Japanese males and females, aged 15–84 years who had a community based health examination between 1991–1997, and were initially free from CHD and other major chronic diseases.

The strongest associations were revealed between WSR and waist circumference with all CRF in males and females, and also WHR with TC and FBS in males. After adjustment for age, the risk ratio of CRF rose significantly with increasing BMI, %Fat, WHR and WSR. Among these, WSR and waist circumference yielded the sharpest risk ratio gradient, although FBS was not significantly correlated. Moreover, for those who have at least one high value in a CRF, compared to the lowest category, the highest category of WSR and waist circumference had the highest ageadjusted risk ratio.

The high correlation of WSR and waist circumference with these CRF suggests that WSR and waist circumference are potentially useful in community based obesity screening.

* Department of Health Promotion Sciences, Tokyo University Graduate School of Medicine