韓国・成人男性における体脂肪分布と 血清脂質との関連性

呉 炳根* 李 英煥*

Association between Serum Lipid and Body Fat Location in Adult Males in Korea

Oh, Byung KUN*, Lee, Young HWAN*

In order to make clear the relationship between body fat and serum cholesterol, the authors studied 431 adult males who were employees of an enterprise in Kyungsang Pukdo in May, 1992.

Total cholesterol, HDL-cholesterol and triglyceride were assessed, and anthropometric measurements were carried out of height, weight, subcutaneous fat thickness and circumference of waist, hip and thigh. In this study, subcutaneous fat thickness are measured by the ultra-sonic devices, THTT-TH 500, which had been originally developed by TOYOKAWA at 6 locations of body: biceps, triceps, subscapular, suprailiac, abdominal and thigh anterior.

The results are shown below:

1) They are grouped into obese and non-obese. The former has bigger waist, abdominal, buttock (hip) and mid-thigh circumference than the later, and also more thick subcutaneous fat layer in six body location than the later.

2) Of the serum examination, the obese group has higher serum lipid than the non-obese group.

3) As to correlation between anthropometric size and serum lipid, there are more typically higher correlation in devices in the obese group than in the non-obese group. Waist of body size and fat layer which show typical association to serum lipid.

I 序 論

近年韓国では、産業化が進み経済の発展と共に栄養素と熱量の過剰摂取が増える一方、生活様式の変化から運動量が減少し相対的に熱量摂取過剰が強まった。それに伴って肥満者が増加している。韓国国内では、肥満者の割合は正確には把握され

ていないが、10%内外であると推定されている(許甲範, 1990)。また、欧米の先進国の場合、成人を対象とした調査で男子の約20%及び女子の30%が肥満であると報告されている(Roenbaum ら, 1985; Bray, 1985)。

肥満は、糖尿病、高脂血症、高血圧、心血管疾患等の危険要因の一つとして健康上の問題を招来

* ソウル大学保健大学院・保健統計学専攻

* *Graduate School of Public Health, Seoul National University*

し得ることはよく知られているが、肥満に関連した健康上の問題が、肥満が原因であるのか、あるいは肥満に伴った他の要因によるものかを区別することは非常に難しい。韓国でも、心血管疾患の有病率および死亡率は、体重が標準体重より30%以上超過した場合に、肥満の程度に比例して増加することが知られている（李洪奎，1990）。

最近の疫学調査では（Kissebah ら，1982；Krotkiewski ら，1983；Doltons ら，1991；近藤東郎，1991），肥満によって誘発され易い各種代謝疾患の発生頻度が単なる肥満の程度だけでなく体脂肪分布と関連しており，体脂肪分布が肥満者の病態または予後と関連があることが明らかにされた。体脂肪分布とこれによる合併症の関係について最初に報告した Vague ら（1956）は，上腕，大腿の周囲長と皮下脂肪を測定して脂肪沈着比を算出し，肥満が主に上腕の脂肪蓄積による場合を男性型肥満（android obesity），大腿に蓄積された場合を女性型肥満（gynoid obesity）に分類した。さらに，合併症は主に前者にみることができると指摘することから，脂肪分布の違いによって疾病の罹患率が異なることをはじめて主張した。その後，Evans ら（1984）は，ヒップサイズに対するウエストサイズの比（waist/hip circumference ratio；WHR）が高いほど糖耐性障害と血清脂質が増加すると指摘している。このように体型による肥満の分類には様々な用語が使用されるが，特に，男性型肥満と上半身肥満は体幹部に脂肪の蓄積がおこることから中心型肥満（central obesity），女性型肥満と下半身肥満は四肢の脂肪蓄積が明確であることから末梢型肥満（peripheral obesity）と呼んでいる（Jacob ら，1990；Krotkiewski ら，1983）。また，最近の研究結果（Lapidus ら，1984；Larsson ら，1984；Paul ら，1990；Tanaka，1991）は，体脂肪分布が，心血管疾患および脳卒中の独立した予後因子であることを示している。

従って本研究では，一作業場の成人男性勤労者を対象として，Body Mass Index（BMI）を基準に肥満の程度によって分類し，皮下脂肪厚と身体部位別周囲長を測定して，体脂肪分布様相を把握

する。これらの測定値と血清脂質（総コレステロール，HDL コレステロール，中性脂肪）との関連性を調べることによって，これら血清脂質をよりよく反映し得る体脂肪分布の測定指標を調べるものとする。

II 対象と方法

1992年5月25日から5月30日の期間に，慶尚北道に所在する一企業の勤労者のうち20歳以上の男性431人を対象として身長，体重を測定し，これを用いてBMIを求めた（ $BMI = \text{体重} / \text{身長}^2 \text{ (kg/m}^2\text{)}$ ）。これら対象から，BMI 25.0以上を肥満群として47人を選定し，20.0～24.9を非肥満群として肥満群との比較性を高めるために年齢を調整して94人を選定し，最終的に141人を研究対象者とした。

これら対象者のウエストサイズ，ヒップサイズ，大腿囲を測定してこれを身体周囲長を代表する測定値とし，この測定値を用いてウエスト/ヒップ比とウエスト/大腿比を求めた。このとき，ウエストサイズとヒップサイズは最も太い部位を測定し，大腿囲は大腿前部の中間地点で測定した。皮下脂肪厚の測定は，A-mode式超音波皮下脂肪厚計（TATT-TH 500，タットヘルス株式会社：豊川裕之ら，1984）を用い，上腕前部，上腕後部，肩甲骨下角部，腸骨稜上部，腹部，大腿前部の6部位を測定した。また，この測定値から，中心型/末梢型体脂肪比を求めた。中心型/末梢型体脂肪比の算出式は，（肩甲骨下角部＋腸骨稜上部＋腹部）/（上腕前部＋上腕後部＋大腿部）である。

一方，冠状動脈疾患の危険要因としては，血清総コレステロール，HDL コレステロールおよび中性脂肪を選定した。これら血清脂質の検査には，対象者の血液5mlを早朝空腹時に採取し遠心分離した血清を使用した。総コレステロールと中性脂肪は，酵素法（Warnick，1986）による Hitachi 社自動血液分析機を用いて検査し，HDL コレステロールは沈澱法によって分析した（Bachorik と Albers，1986）。また，LDL コレステロールは Friedewald（1972）の公式を用いて，LDL コレ

テロール；総コレステロール-HDL コレステロール+（中性脂肪/5）で算出し、動脈硬化指数（Atherogenic Index；AI）；（総コレステロール-HDL コレステロール）/HDL コレステロールで算出した。

結果の分析において、非肥満群と肥満群における諸身体計測値の分布様相を把握し、血清脂質および動脈硬化指数と諸身体計測値間の単純相関関係を求めた。

また、各部位の皮下脂肪厚と血清脂質（総コレステロール、HDL コレステロール、中性脂肪）および身体部位別周囲長と血清脂質間の正準相関分析を行い、皮下脂肪厚の測定値と身体部位別周囲長の測定値ではどちらが血清脂質と相関関係がより高いかを比較した。

III 結 果

1) 対象者の年齢、勤務年数、学歴

研究対象者において、平均年齢は、非肥満群が36.8歳、肥満群が36.7歳であり、両群ともに30～39歳が全体の38.3%で最も多かった。平均勤務歴は、非肥満群が11.1年、肥満群が10.6年であった。教育水準は、高卒以下が、非肥満群では全体の81.9%、肥満群では91.5%であり、両群に互はに似た一般属性を持っている（Table 1）。

2) 対象者の身体計測値と体格指数

研究対象者の平均体重とBMIは各々、非肥満群では、 61.54 ± 7.31 kg, 21.48 ± 1.15 、肥満群では 76.87 ± 5.30 kg, 26.93 ± 1.56 で有意な差があった（ $p < 0.001$ ）。平均ウエストサイズ、ヒップサイズ、大腿囲は各々、非肥満群では、 77.85 ± 5.25 cm, 89.74 ± 4.42 cm, 47.50 ± 3.98 cm、肥満群では、 90.43 ± 5.30 cm, 97.89 ± 3.75 cm, 52.75 ± 4.14 cmであり、全てに有意な差があった（ $p < 0.001$ ）。また、ウエスト/ヒップ比とウエスト/大腿比は各々、非肥満群では、 0.89 ± 0.07 , 0.87 ± 0.07 、肥満群では 0.94 ± 0.05 , 0.92 ± 0.04 であり、全てに有意な差があった（ $p < 0.001$ ）。さらに、上腕前部、上腕後部、肩甲骨下角部、腸骨稜上部、腹部、大腿部、各部位の平均皮下脂肪厚は各々、非肥満群で

Table 1 Comparison of age, job duration, and level of education between non-obese and obese group

Parameter	Non-obese (n=94)		Obese (n=47)	
	No.	%	No.	%
Age(years)				
20-29	22	23.4	11	23.4
30-39	36	38.3	18	38.3
40-49	24	25.5	12	25.5
50-	12	12.8	6	12.8
Mean±SD	36.83±8.81		36.72±9.03	
Job duration(years)				
0-4	20	21.5	13	27.7
5-9	23	24.7	12	25.5
10-19	38	40.9	15	31.9
20-	12	12.9	7	14.9
Mean±SD	11.10±6.66		10.57±7.11	
Level of Education				
Up to High school	77	81.9	43	91.5
College	17	18.1	4	8.5

は、 3.05 ± 0.80 mm, 5.03 ± 1.26 mm, 5.59 ± 1.01 mm, 5.98 ± 1.91 mm, 6.57 ± 2.27 mm, 5.35 ± 1.27 mm、肥満群では、 4.03 ± 0.92 mm, 6.34 ± 1.54 mm, 7.06 ± 1.80 mm, 8.33 ± 1.90 mm, 9.18 ± 2.39 mm, 6.94 ± 2.00 mmであり、全てに有意な差があった（ $p < 0.001$ ）。また、各部位（6部位）の皮下脂肪厚の測定値を自然対数に置換し、その数値の和を6で割って得た、平均log皮下脂肪厚（mean log value）は、非肥満群では 1.60 ± 0.21 、肥満群では 1.88 ± 0.18 であり、有意な差があった（ $p < 0.001$ ）。なお、体脂肪分布を中心型脂肪と末梢型脂肪に区分すると、各々非肥満群が 6.05 ± 1.42 mm, 4.48 ± 0.95 mm、肥満群では 8.26 ± 1.52 mm, 5.77 ± 1.21 mmであり、有意な差があった（ $p < 0.001$ ）。中心型/末梢型対脂肪比は、非肥満群が 1.36 ± 0.23 、肥満群は 1.46 ± 0.25 であり、有意な差があった（ $p < 0.05$ ）（Table 2）。

年齢について40歳以上と40歳未満に分類すると、年齢が40歳未満では、全ての身体計測値において、非肥満群より肥満群の値が有意に高かった（ $p < 0.001$ ）（Table 3）。

Table 2 Comparison of mean values of anthropometric variables between non-obese and obese group

Anthropometric variables	Non-obese		Obese	
	No.	Mean±SD	No.	Mean±SD
Height(cm)	94	169.20±4.71	47	168.96±4.41
Weight(kg)**	94	61.54±7.31	47	76.87±5.30
BMI**	94	21.48±1.15	47	26.93±1.56
Circumferences(cm)				
Waist**	92	77.85±5.25	47	90.43±5.30
Hip**	92	89.74±4.42	47	97.89±3.75
Thigh**	92	47.50±3.98	47	52.75±4.14
WHR ¹⁾ **	92	0.89±0.07	47	0.94±0.05
WTR ²⁾ **	92	0.87±0.07	47	0.92±0.04
Subcutaneous fat thickness(mm)				
Biceps**	75	3.05±0.80	44	4.03±0.92
Triceps**	75	5.03±1.26	44	6.34±1.54
Subscapular**	75	5.59±1.01	43	7.06±1.80
Suprailiac**	75	5.98±1.91	44	8.33±1.90
Abdomen**	75	6.57±2.27	44	9.18±2.39
Thigh**	75	5.35±1.27	44	6.94±2.00
Mean log value ³⁾ **	75	1.60±0.21	43	1.88±0.18
Central fat(mm) ⁴⁾ **	75	6.05±1.42	43	8.26±1.52
Peripheral fat(mm) ⁵⁾ **	75	4.48±0.95	43	5.77±1.21
Central/Peripheral fat ratio ⁶⁾ *	75	1.36±0.23	43	1.46±0.25

1) WHR: Waist/Hip circumference ratio.

2) WTR: Waist/Thigh circumference ratio.

3) Mean log value=(Sum of each natural logarithm transformed subcutaneous fat thickness/6)

4) Central fat=Mean of skinfold thickness of subscapular, suprailiac, abdomen

5) Peripheral fat=Mean of skinfold thickness of biceps, triceps, thigh

6) Central/Peripheral fat ratio = $\frac{(\text{subscapular} + \text{suprailiac} + \text{abdomen})/3}{(\text{biceps} + \text{triceps} + \text{thigh})/3}$

*: p<0.05 **: p<0.001

また、年齢が40歳以上では、ウエスト/ヒップ比、ウエスト/大腿比、中心型/末梢体脂肪比を除いた全ての身体計測値において、非肥満群より肥満群の値が有意に高かった (p<0.05) (Table 4).

3) 肥満・非肥満群別の血清脂質測定値

(1) 肥満群・非肥満群の平均値の比較

冠動脈疾患の危険要因として選定した、血清脂質成分の平均値をみると、総コレステロール、HDL コレステロール、LDL コレステロール、中性脂肪が各々、非肥満群では、172.85±30.98mg/dl, 42.75±8.66mg/dl, 107.97±29.39mg/dl, 110.65±54.54mg/dl, 肥満群では、187.71±35.90

mg/dl, 39.19±9.62mg/dl, 112.64±34.13mg/dl, 179.45±117.94mg/dl であり、LDL コレステロールを除いた全てに有意な差があった (p<0.05)。動脈硬化指数は、非肥満群が、3.19±1.03, 肥満群が、4.04±1.43で、有意な差があった (p<0.001) (Table 5)。

(2) 年齢階層別・肥満・非肥満群別の血清脂質成分値

年齢が40歳未満では、HDL コレステロール、LDL コレステロールを除いた全ての血清脂質成分と動脈硬化指数において、非肥満群より肥満群の値が有意に高かった (p<0.05) (Table 6)。

Table 3 Comparison of mean values of anthropometric variables between non-obese and obese group below 40 years old

Anthropometric variables	Below 40 years old			
	Non-obese		Obese	
	No.	Mean±SD	No.	Mean±SD
BMI*	58	21.07±0.82	29	27.04±1.74
Circumferences(cm)				
Waist*	56	75.54±4.31	29	89.97±3.45
Hip*	56	89.86±3.32	29	98.41±4.16
Thigh*	56	48.05±4.05	29	53.79±4.14
WHR*	56	0.86±0.04	29	0.93±0.05
WTR*	56	0.84±0.04	29	0.92±0.05
Subcutaneous fat thickness(mm)				
Biceps*	42	2.94±0.77	26	4.12±0.91
Triceps*	42	4.98±1.40	26	6.52±1.27
Subscapular*	42	5.37±0.92	25	7.13±1.78
Suprailiac*	42	5.27±1.74	26	8.52±2.00
Abdomen*	42	6.08±1.94	26	9.11±2.70
Thigh*	42	5.12±1.29	26	7.18±2.34
Mean log value*	42	1.54±0.22	25	1.91±0.20
Central fat(mm)*	42	5.57±1.31	25	8.37±1.75
Peripheral fat(mm)*	42	4.35±1.03	26	5.94±1.28
Central/Peripheral fat ratio*	42	1.29±0.18	25	1.44±0.24

*: p<0.001

Table 4 Comparison of mean values of anthropometric variables between non-obese and obese group of 40 years old and over

Anthropometric variables	40 years old & over			
	Non-obese		Obese	
	No.	Mean±SD	No.	Mean±SD
BMI***	36	22.14±1.31	18	26.76±1.23
Circumferences(cm)				
Waist***	36	81.44±4.55	18	91.17±5.28
Hip***	36	89.56±5.77	18	97.06±2.88
Thigh***	36	46.64±3.76	18	51.06±3.62
WHR	36	0.93±0.09	18	0.96±0.05
WTR	36	0.91±0.08	18	0.94±0.04
Subcutaneous fat thickness(mm)				
Biceps**	33	3.18±0.84	18	3.89±0.94
Triceps*	33	5.10±1.07	18	6.07±1.87
Subscapular*	33	5.87±1.07	18	6.96±1.88
Suprailiac*	33	6.89±1.73	18	8.07±1.76
Abdomen**	33	7.20±2.52	18	9.29±1.92
Thigh*	33	5.65±1.21	18	6.60±1.36
Mean log value**	33	1.67±0.17	18	1.85±0.16
Central fat(mm)***	33	6.65±1.34	18	8.11±1.16
Peripheral fat(mm)***	33	4.64±0.84	18	5.52±1.08
Central/Peripheral fat ratio*	33	1.45±0.25	18	1.50±0.26

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

Table 5 Mean values of serum lipids, atherogenic index between non-obese and obese group

Serum lipids	Non-obese (n=94)	Obese (n=47)
	Mean±SD	Mean±SD
Total cholesterol(mg/dl)*	172.85±30.98	187.71±35.90
HDL cholesterol(mg/dl)*	42.75±8.66	39.19±9.62
LDL cholesterol(mg/dl) ¹⁾	107.97±29.39	112.64±34.13
Triglyceride(mg/dl)***	110.65±54.54	179.45±117.94
AI index ²⁾ ***	3.19±1.03	4.04±1.43

1) LDL cholesterol

=Total cholesterol-HDL cholesterol-(Triglyceride/5)

2) AI (Atherogenic Index)

=(Total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol

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

Table 6 Mean values of serum lipids, atherogenic index between non-obese and obese groups below 40 years old

Serum lipids	Non-obese (n=58)	Obese (n=29)
	Mean±SD	Mean±SD
Total cholesterol(mg/dl)**	164.89±30.18	184.67±36.90
HDL cholesterol(mg/dl)	41.77±8.92	38.07±9.42
LDL cholesterol(mg/dl) ¹⁾	104.35±30.64	107.87±34.46
Triglyceride(mg/dl)***	93.83±43.91	193.67±138.61
AI index ²⁾ ***	3.11±1.08	4.05±1.27

1) LDL cholesterol

=Total cholesterol-HDL cholesterol-(Triglyceride/5)

2) AI (Atherogenic Index)

=(Total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol

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

年齢が40歳以上では、肥満群の成績は非肥満群よりHDLコレステロールで低く、それ以外の血清脂質では高く高脂血症に近い所見が出ているが、有意な差はなかった (Table 7)。

(3) 各種血清脂質値別の肥満者出現率の比較

血清脂質は、秦 (1979, 1989) の高脂血症重症度分類に基づいて、対象者を5段階の高脂血症状況に分類した。総コレステロールは、Grade 2, 3の該当者はなく、対象者での最重症度のGrade

Table 7 Mean values of serum lipids, atherogenic index between non-obese and obese groups of 40 years old and over

Serum lipids	Non-obese (n=36)	Obese (n=18)
	Mean±SD	Mean±SD
Total cholesterol(mg/dl)	185.68±28.16	192.61±34.70
HDL cholesterol(mg/dl)	44.33±8.09	40.98±9.92
LDL cholesterol(mg/dl) ¹⁾	113.80±26.62	120.32±33.08
Triglyceride(mg/dl)	137.75±60.51	156.53±71.34
AI index ²⁾	3.31±0.95	4.01±1.07

1) LDL cholesterol

=Total cholesterol-HDL cholesterol-(Triglyceride/5)

2) AI (Atherogenic Index)

=(Total cholesterol-HDL cholesterol)/HDL cholesterol

Table 8 Distribution of total cholesterol level between non-obese and obese group

Category(mg/dl)	Non-obese		Obese	
	No.	%	No.	%
Low (< -159)	31	33.0	10	21.3
Grade 0 (160-219)	60	63.8	30	63.8
Grade 1 (220-259)	3	3.2	7	14.9
Grade 2 (260-299)	—	—	—	—
Grade 3 (300-)	—	—	—	—

Table 9 Distribution of HDL cholesterol level between non-obese and obese group

Category(mg/dl)	Non-obese		Obese	
	No.	%	No.	%
High (70-)	1	1.1	—	—
Grade 0 (40-69)	57	60.6	19	40.4
Grade 1 (35-39)	16	17.0	8	17.0
Grade 2 (30-34)	15	16.0	13	27.7
Grade 3 (< -29)	5	5.3	7	14.9

1 (220~259mg/dl) において肥満群が14.9%で非肥満群3.2%よりも多かった (Table 8)。HDLコレステロールは、Grade 3 (29mg/dl 以下) において肥満群が14.9%で非肥満群5.3%よりも多かった (Table 9)。また、中性脂肪は、Grade 1 (150~299mg/dl) 以上において、肥満群が31.9%で非肥満群21.3%よりも多かった (Table 10)。動

Table 10 Distribution of triglyceride level between non-obese and obese group

Category(mg/dl)	Non-obese		Obese	
	No.	%	No.	%
Low (<49)	4	4.3	2	4.3
Grade 0 (50-149)	70	74.5	25	53.2
Grade 1 (150-299)	20	21.3	15	31.9
Grade 2 (300-749)	—	—	5	10.6
Grade 3 (750-)	—	—	—	—

脈硬化指数は3.4以下と3.5以上に二分したところ、3.5以上において肥満群が63.8%で非肥満群34.0%よりも多かった (Table 11).

4) 身体計測値間の相関

BMI, 身体部位別周囲長, 部位別皮下脂肪厚間の単純相関係数を求めた結果, 全ての身体部位別測定値はプラスの相関関係であり, 互いに有意な相関関係を示した. BMI は, ウエストサイズと最も高い相関関係を示し($r=0.8577$), 皮下脂肪厚部位の中では, 平均 log 皮下脂肪厚($r=0.6521$), 腸骨稜上部($r=0.6212$), 上腕前部($r=0.5701$)が, 他の部位と比べて比較的高い相関関係を示した. ウエストサイズは, 部位別皮下脂肪のうち, 平均

Table 11 Distribution of atherogenic index between non-obese and obese group

Category	Non-obese		Obese	
	No.	%	No.	%
-3.4	62	66.0	17	36.2
3.5-	32	34.0	30	63.8

log 皮下脂肪厚 ($r=0.7437$), 腸骨稜上部 ($r=0.7379$), 腹部($r=0.6512$)等と, 高い相関関係を示した (Table 12).

5) 身体計測値, 血清脂質値と動脈硬化指数の相関

各種身体計測値と, 血清脂質 (総コレステロール, HDL コレステロール, 中性脂肪) および動脈硬化指数間の単純相関係数を求めた結果, 全ての身体計測値と HDL コレステロールでは, マイナスの相関関係を示した. それ以外の血清脂質と動脈硬化指数では, プラスの相関関係を示した. 諸血清脂質と相対的に高い関連性を示した身体計測値は, 身体部位別周囲長ではウエストサイズ, 皮下脂肪厚では肩甲骨下角部と腹部であり, これらは全て中心型肥満の計測項目であった (Table

Table 12 Correlation of body fatness indices

	BMI	Circumference			Subcutaneous fat thickness					Mean log value
		Waist	Hip	Thigh	Biceps	Triceps	Subscapular	Supra-iliac	Abdomen	Thigh
BMI	1.0000									
Circumference										
Waist	0.8557*	1.0000								
Hip	0.6932*	0.6786*	1.0000							
Thigh	0.5110*	0.4856*	0.6187*	1.0000						
Subcutaneous fat thickness										
Biceps	0.5701*	0.6310*	0.4944*	0.4287*	1.0000					
Triceps	0.4667*	0.5084*	0.3700*	0.3697*	0.6799*	1.0000				
Subscapular	0.5319*	0.5077*	0.4345*	0.2659*	0.6071*	0.5811*	1.0000			
Supra-iliac	0.6212*	0.7379*	0.4827*	0.3055*	0.5961*	0.5175*	0.5564*	1.0000		
Abdomen	0.5305*	0.6512*	0.4632*	0.3480*	0.6328*	0.5810*	0.4778*	0.6596*	1.0000	
Thigh	0.5324*	0.6038*	0.4785*	0.2861*	0.5814*	0.6112*	0.4366*	0.5986*	0.5535*	1.0000
Mean log value	0.6521*	0.7437*	0.5422*	0.3835*	0.8326*	0.8169*	0.7285*	0.8250*	0.8024*	0.7617*

* : $p < 0.001$

Table 13 Correlation coefficients of serum lipids and atherogenic index with anthropometric variables

	Total-C	HDL-C	TG	LDL-C	AI
Age	0.2213*	0.1149	0.0580	0.1678	0.0450
BMI	0.2680*	-0.1573	0.3778**	0.1093	0.3313**
Circumference					
Waist	0.3529**	-0.1115	0.4495**	0.1093	0.3374**
Hip	0.1050	-0.1910	0.1908	0.0562	0.2418*
Thigh	0.1084	-0.1106	0.1581	0.0552	0.1470
Subcutaneous fat thickness					
Biceps	0.3041**	-0.1771	0.3390**	0.1769	0.3390**
Triceps	0.2313*	-0.1928	0.2923**	0.1316	0.3086**
Subscapular	0.2650*	-0.3299**	0.2570*	0.2299*	0.4599**
Suprailiac	0.2008	-0.1649	0.2801*	0.0978	0.2565*
Abdomen	0.3625**	-0.2200*	0.3818**	0.2269*	0.4163**
Thigh	0.1588	-0.0854	0.2723*	0.0336	0.1724
Mean log value	0.3531**	-0.2383*	0.3819**	0.2223*	0.4225**
Central fat	0.3338**	-0.2681*	0.3730**	0.2159*	0.4381**
Peripheral fat	0.2521*	-0.1672	0.3407**	0.1173	0.2996**

* : $p < 0.01$ ** : $p < 0.001$

13).

6) 身体計測値, 血清脂質値, 動脈硬化指数の正準相関分析

体脂肪分布を求めるにあたり, 変数群を, 皮下脂肪を代表する変数群と身体部位別周囲長を代表する変数群の2群に区分し, 血清脂質との関連性を比較するため, 正準相関分析を行った. その結果, 非肥満群では, 皮下脂肪厚変数群と血清脂質間の正準相関係数は0.5891, 身体部位別周囲長変数群と血清脂質間の正準相関係数は0.5859であり, 両者に差はなかった. 肥満群では, 皮下脂肪厚変数群と血清脂質間の正準相関係数は0.5974, 身体部位別周囲長変数群と血清脂質間の正準相関係数は0.4449であり, 皮下脂肪厚変数群と血清脂質間の正準相関係数がより高かった. 対象者全体では, 皮下脂肪厚変数群と血清脂質間の正準相関係数は0.5918, 身体部位別周囲長変数群と血清脂質間の正準相関係数は0.5715であり, 皮下脂肪厚変数群と血清脂質間の正準相関係数がより高かった (Table 14).

標準化正準係数によって, 皮下脂肪厚測定値における血清脂質と最も関連性の高い部位を分析し

Table 14 Canonical correlation of anthropometric variables and serum lipids

BMI	Subcutaneous fat thickness		Circumference	
	No.	correlation	No.	correlation
Non-obese group	92	0.5891	92	0.5859
Obese group	47	0.5974	47	0.4449
Total	139	0.5918	139	0.5715

All correlations are statistically significant at 0.05.

た結果, 非肥満群では, 腹部が0.9456で, 他の部位に比べて相対的に正準係数が大きく, 従ってこの部位が中心型肥満の主要指標となると考えられる. さらに血清脂質においては中性脂肪が0.6401で高い関連性を示した. 肥満群では, 肩甲骨下角部が0.7684であり, この部位が中心型肥満を代表し得ると考えられ, さらに総コレステロールが0.8493で高い関連性があった (Table 15).

標準化正準係数によって, 身体部位別周囲長測定値における血清脂質と最も関連性の高い部位を分析した結果, 非肥満群では, ウエストサイズが1.0267で, 他の部位に比べて相対的に正準係数が

Table 15 Standardized coefficients of the first canonical variables relating serum lipids and subcutaneous fat thickness

BMI	Serum lipid		Subcutaneous fat thickness	
Non-obese group	Total cholesterol	0.5333	Biceps	-0.1664
	HDL cholesterol	-0.2806	Triceps	0.1408
	Triglyceride	0.6401	Subscapular	0.1647
			Suprailiac	0.0949
			Abdomen	0.9456
			Thigh	-0.1394
Obese group	Total cholesterol	0.8493	Biceps	0.2103
	HDL cholesterol	-0.6850	Triceps	0.0896
	Triglyceride	0.1084	Subscapular	0.7684
			Suprailiac	-0.3924
			Abdomen	0.3543
			Thigh	-0.5152

Table 16 Standardized coefficients of the first canonical variables relating serum lipids and circumferences

BMI	Serum lipid		Circumferences	
Non-obese group	Total cholesterol	0.4314	Waist	1.0267
	HDL cholesterol	0.1831	Hip	-0.4963
	Triglyceride	0.7465	Thigh	-0.0975
Obese group	Total cholesterol	0.0220	Waist	1.1899
	HDL cholesterol	0.7421	Hip	-0.6380
	Triglyceride	0.8218	Thigh	-0.1303

大きく、従ってこの部位が中心型肥満の主要指標となると考えられる。さらに血清脂質においては中性脂肪が0.7465で最も高い関連性を示した。肥満群においても、ウェストサイズが1.1899であり、この部位が中心型肥満を代表し得ると考えられ、さらに中性脂肪が0.8218で最も高い関連性があった (Table 16)。

IV 考 察

肥満は、体内に脂肪が過剰に蓄積した状態であり、骨格筋が発達した過体重の場合とは区別される。人間の体重においては60～65%が水分であり、男子では約15%が、また、女子では約25%が脂肪で構成されている。体脂肪率 (= 体脂肪量/体重) によって肥満度を定める基準は、推定する方法によって体脂肪量が異なるので確定的なことは決

まっていないが、韓国では通常、男子で脂肪比率が25%以上であるか、女子で30%以上である場合を肥満としている (蔡範錫, 1988)。肥満の判定方法としては、直接測定法である densitometry, tritiated water dilution, whole body potassium 40 counting 等と、間接測定法である皮下脂肪厚、身長、体重を利用した BMI、その他身体計測測定法等がある (Rosalind, 1990)。今までは主に身長と体重を根拠として、体重が、身長から算出した男女の理想体重より20%以上重いときを肥満と判定したが、これよりも、体型、体脂肪量、体脂肪分布等が、より重要な指標として提示されている (Himes, 1979 ; Roche ら, 1981 ; Norgan, 1987)。

Krotkiewski ら (1983) は、体脂肪分布についての研究で、脂肪は年齢が増すに連れて主に上半身に蓄積される傾向があり、特に腹部に顕著であ

ると指摘している。また、Kalkhoff ら(1983)は、ヒップサイズに対するウエストサイズの比率(waist/hip circumference ratio; WHR)を用いて、女性の WHR が0.83~0.99である場合を上体肥満に、WHR が0.50~0.73である場合を下体肥満に分類した。最近の疫学調査(Vague, 1956; Krotkiewski ら, 1983; Kissebah ら, 1982)において、肥満は、原因及び病態生理学的に異形性(heterogeneity)があり、肥満に伴った代謝異常も、単に肥満の程度だけでなく体脂肪分布とも密接な関連があることが明らかになった。

肥満の程度が高くなるにつれ、罹患率および死亡率は高くなる傾向があるが、アメリカ癌学会が1959年から1972年までの期間に75万人を対象して行った調査によると(Lew と Garfonkel, 1979), BMI が25を越えると男女共に、BMI の増加に比例して死亡率が高くなった。

本研究の成人男性対象者の場合、BMI を基準に非肥満群と肥満群に分類すると、非肥満群と肥満群では、体脂肪分布において有意な差を示す。身体計測値としては、ウエストサイズ、ヒップサイズ、大腿囲、ウエスト/ヒップ比、ウエスト/大腿比、皮下脂肪厚としては、上腕前部、上腕後部、肩甲骨下角部、腸骨稜上部、腹部、大腿部、中心型/末梢型肥満比がある。これらの群を40歳未満と40歳以上に分類すると、ウエストサイズは40歳以上が40歳未満より大きく、大腿囲は逆に40歳未満が40歳以上よりも大きかった。これは、男性の場合年齢が高いほど上体の方に体脂肪が集中する様相を示すもので、特に、ウエスト/大腿比が年齢が高くなる程有意に増加する事実とも一致する。さらに、ウエスト/ヒップ比も年齢が高くなる程有意に増加した。これは、金恩京(1989)が、韓国人の体格において、上体肥満と下体肥満の指標としてはウエスト/ヒップ比よりもウエスト/大腿比がより適当であるとした結果と一致した。従って、成人男性の場合は女性とは異なり、ヒップサイズよりも大腿囲によって、年齢による体脂肪分布の変化様相をよりよく説明できるのであって、成人男性の体脂肪分布を調査するときは、ウエストサ

イズと大腿囲、そしてその比を利用するのがより適切であると考える。

本研究で使用した超音波皮下脂肪厚計は、以前にキャリパーを使用した論文で指摘した問題点を補うために開発されたのであるが、日本では現在、標準値設定のための研究が進行中であり、さらに韓国では、この超音波皮下脂肪厚計を使用した研究が未だ発表されていないばかりでなく、その標準値も設定されていないため、比較が難しい。各種身体計測値と、血清脂質および動脈硬化指数との単純相関関係をみると、全身体計測値が、HDL コレステロール以外の血清脂質、動脈硬化指数と正の相関関係を示したが、これは過去の他の研究結果と一致した(Van Gaal, 1989; 李琦烈ら, 1991; 田中, 1991)。また、中心型肥満では肩甲骨下角部・腹部の皮下脂肪厚、ウエストサイズが、血清脂質および動脈硬化指数に対して高い正相関を示した。この結果は、田中(1991)の、日本の都市部の一検診センターに来院した成人を対象とした報告において、中心型肥満の計測項目の中で肩甲骨下角部・腹部の皮下脂肪厚、胸囲・ウエストサイズが、総コレステロールと中性脂肪に高い正相関関係を示したという報告と一致した。

単に体格指数だけでなく、体脂肪分布が諸慢性疾患と関連していることが知られているが、このことから、中心型肥満を測定するための諸方法が試みられてきた。このうち、疫学的研究において、中心型肥満を示す指標として最も頻繁に用いられてきたのがウエスト/ヒップ比であるが、これはウエスト/ヒップ比の場合、測定が簡便で信頼度が高いためである。この他にも、各部位の皮下脂肪厚の測定値を用いて主因子分析を行い、中心型肥満を代表する組合せをその指標として用いる方法や(Reichley ら, 1987; Norgan ら, 1985)、中心型肥満を最も的確に示すウエスト/大腿比や、ウエストサイズと大腿囲に関連した判別関数を使用する方法も用いられてきた(Ashwell ら, 1978; Ashwell ら, 1982)。正準相関分析は、心血管系疾患の諸危険因子と、中心型肥満間の関連性を明らかにする研究の分析に多用されてきた(Bailey

ら, 1987; Blair ら, 1988). 特に本研究のように, 体脂肪分布に関連した変数群を, 皮下脂肪厚計測値の変数群と, 身体部位別周囲長の変数群の2群に区分し, 心血管系疾患の危険因子の一つである血清脂質と, 各群との関連性を比較する方法は適切であるといわれている (Mueller ら, 1991).

正準相関分析の結果, 身体部位別周囲長変数群に比べ, 皮下脂肪厚変数群の方が, 全体的に血清脂質とより高い関連性を示した. これは, キャリパーを使用して測定した皮下脂肪厚値との比較において, 身体部位別周囲長変数群の方が血清脂質と高い関連性を示した Mueller ら (1991) の研究とは, 結果が異なる. 本研究のように超音波皮脂肪厚計測を行うと, 脂肪を直接的に計測することができ有利になると考えられる. しかしながら, 皮下脂肪厚変数群が身体部位別周囲長変数群に比べ, 血清脂質とより高い関連性を示したものの大きな差はなく, 非肥満群ではむしろ, 身体部位別周囲長変数群で高い関連性を示したが, 肥満群では, 身体部位別周囲長変数群よりも皮下脂肪厚がより高い関連性を示すというものであった. このことから, 肥満群では, 皮下脂肪厚の方が, 血清脂質量に対する関連性が強いと考えられる.

以上の結果から, 心血管疾患の予防のため, 高危険集団を選別するにあたり肥満の程度を推定する際に, 肩甲骨下角部と腹部の皮下脂肪厚, ウエストサイズを必ず測定することが, 肥満状態の把握に, より的確な情報を提供することを可能とすると考えられる.

V 要 約

成人男性における体脂肪分布と血清脂質間の関連性を調べるため, 慶尚北道に所在する一企業の成人男性431名を対象として, 身長, 体重を測定し, これを用いて BMI を求めた. これら対象者から, BMI を基準に25.0以上を肥満群として47人を選定し, さらに, 20.0~24.9を非肥満群として年齢を調整して94人を選定し, 最終的に141人を研究対象者とした. 1992年5月25日から5月30日までの期間中, 早朝空腹時に血液を採取し, 血清脂質と

して血清総コレステロール, HDL コレステロール, 中性脂肪を測定した. また, 身体部位別周囲長として身長, 体重, ウエストサイズ, ヒップサイズ, 大腿囲を計測し, 皮下脂肪厚としては, A-mode 式超音波皮下脂肪厚計 (TATT-TH 500) を使用して, 上腕前部, 上腕後部, 肩甲骨下角部, 腸骨稜上部, 腹部, 大腿前部の, 6 部位を測定した.

その結果, 非肥満群より肥満群の方が, ウエストサイズ, ヒップサイズ, および大腿部が太く有意に差があり, また, 各部位の皮下脂肪厚においても, 有意に差があった. また, 血清脂質においても, 非肥満群より肥満群の方が高く有意に差があった. これを年齢によって40歳以上と40歳未満の群に分類して分析したが, 非肥満群より肥満群の方が, 有意に大きかった.

各種身体計測値と血清総コレステロール, HDL コレステロール, LDL コレステロール, 中性脂肪, および動脈硬化指数間の単純相関係数を計算した結果, 血清脂質に対して高い相関関係を示した皮下脂肪厚の部位は, 肩甲骨下角部と腹部の皮下脂肪厚であり, ウエストサイズも他の部位より強い相関関係があった. これらは全て中心型肥満を表わす指標であった.

非肥満群では, 血清脂質と皮下脂肪厚変数群との間の正の正準相関係数が0.5891, 身体部位別周囲長変数群との間の正準相関係数は0.5859であり, 両者に差はなかった. しかし, 肥満群では, 血清脂質と皮下脂肪厚変数群との間の正準相関係数が0.5974, 身体部位別周囲長変数群との間の正準相関係数が0.4449であり, 皮下脂肪厚変数群と血清脂質間の正準相関係数がより高かった. また, 標準化された正準相関係数を求めた結果, 皮下脂肪厚においては腹部 (非肥満群) および肩甲骨下角部 (肥満群), 身体部位別周囲長においてはウエストサイズが, 全てに血清脂質とより高い相関性を示し, さらにこれらは全て中心型肥満を表わす指標であった.

以上の結果から, 心血管疾患の予防のため, 高危険集団を選別するにあたり肥満の程度を推定す

る際に、肩甲骨下角部と腹部の皮下脂肪厚、そしてウエストサイズを必ず測定することは、肥満状態の把握によりの確な情報を提供することを可能とする。

謝辞：本稿を終えるにあたり、御指導・御校閲を賜りました東邦大学医学部公衆衛生学教室豊川裕之教授に深謝致します。

文 献

- Anderson, A.J., Sobocinski, K.A. & Freedman, D.S. (1988): Body Fat distribution, plasma lipids, and lipoproteins, *Arteriosclerosis*, 8, 88-94
- Ashwell, M., Chinn, S., Stalley, S. & Garrow, J.S. (1978): Female fat distribution—A photographic and cellularity study, *Int. J. Obes.*, 2, 289-302
- Ashwell, M., Chinn, S. & Stalley, S. (1982): Female fat distribution—A simple classification based on two circumference measurements, *Int. J. Obes.*, 2, 289-302
- Bachorik, P.S. & Albers, J.J. (1986): Precipitation methods for quantification of lipoproteins, *Methods. Enzymol.*, 129, 78-100
- Bailey, S.M., Campos, H. & Schosinsky, K. (1987): Relationship of upper body fat distribution to serum glucose and lipids in a Costa Rican population, *A. J. Phys. Anthropol.*, 73, 111-117
- Blair, D., Habicht, J.P., Sims, E.A.H., Sylwester, D. & Abraham, S. (1984): 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.*, 119, 526-540
- Blair, S.N., Ludwig, D.A. & Goodyear, N. (1988): A canonical analysis of central and peripheral subcutaneous fat distribution and coronary heart disease risk factors in men and women aged 18-65 years, *Hum. Biol.*, 60, 111-122
- Bray, G.A. (1985): Obesity, definition diagnosis and disadvantages, *Medical J. Australia*, 142, 52-58
- Despres, J.P., Allard, C., Tremblay, A., Talbot, J. & Bouchard, C. (1985): Evidence for a regional component of body fatness in the association with serum lipids in men and women, *Metabolism*, 34(10), 967-973
- Dolton, S., Woodward, M., Smith, W.C. & Tunstall, P. (1991): Dietary and Non-Dietary Predictors of Serum Total and HDL-Cholesterol in Men and

- Women Results from the Scottish Heart Health Study, *Int. J. Epidemiol.*, 20(1), 95-104
- Evans, D.J., Hoffmann, R.G., Kalhoff, R.K. & Kissebah, A.H. (1984): Relationship of body fat topography to insulin sensitivity and metabolic profiles in premenopausal women, *Metabolism*, 33, 68-75
- Friedwald, W.T., Lavy, R.I. & Fredrickson, D.S. (1972): Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol without use of the preparative ultracentrifuge, *Clin. Chem.*, 18, 499-502
- Fujioka, S., Matsuzawa, Y., Tokunaga, K. & Tarui, S. (1987): Contribution of intra-abdominal fat accumulation to the impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity, *Metabolism*, 36, 54-59
- Himes, J.H., Roche, A.F. & Siervogel, R.H. (1979): Compressibility of skinfolds and measurement of subcutaneous fatness, *Am. J. Clin. Nutr.*, 32, 1734
- Jacob, C.S., Massimo, C., Jadviga, C., Britt, M.E. & Giuseppe, D.B. (1990): Fat distribution in European Women: A Comparison of Anthropometric Measurements in Relation to Cardiovascular Risk Factors, *Int. J. Epidemiol.*, 19(2), 303-308
- Kalkhoff, R.K., Hartz, A.H., Rupley, D., Kissebah, A.H. & Kelber, S. (1983): Relationship of body fat distribution to blood pressure, carbohydrate tolerance, and plasma lipids in healthy obese women, *J. Lab. Clin. Med.*, 102, 621
- Kim, E.K., Lee, K.Y., Kim, Y.L. & Hur, K.B. (1991): Relationship of Total Body Fat Content and Its Distribution to Carbohydrate Tolerance and Serum Lipids in Diabetics, *Korean J. Nutrition*, 24(1), 1-11
- Kissebah, A.H., Videlund, N. & Murray, R. (1982): Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity, *J. Clin. Endocrinol. Metab.*, 54, 254-260
- Kissebah, A.H. & Peiris, A.N. (1989): Biology of regional body fat distribution: Relationship to non-insulin dependent diabetes mellitus, *Diabetes Metab. Rev.*, 5, 83-109
- 近藤東郎 (1991): 肥満の健康医学的考察, *日本公衛誌*, 38(10), 特別付録, 132-145
- Krotkiewski, M., Bjorntorp, P. & Sjostrom, L. (1983): Impact of obesity on metabolism in men and women, Importance of adipose tissue

- metabolism, *J. Clin. Inrect.*, 73, 1150-1162
- 許 甲範 (1990): 肥満症の原因, 韓国栄養学会誌, 23(5), 333-336
- Lapidus, L., Bengtsson, C. & Carsson, B. (1984): Distribution of adipose tissue and risk of cardiovascular disease and death: A 12 year follow-up of participants in the population study of women in G. thenburg, Sweden, *Br. Med. J.*, 289, 1257-1261
- Larsson, B.K., Swardsudd, K. & Welin, L. (1984): Abdominal adipose tissue distribution, obesity and risk of cardiovascular disease and death: A 13 year follow-up of participants in the study of men born in 1913, *Br. Med. J.*, 258, 1401-1404
- 李 洪奎 (1990): 肥満と関連がある疾患, 韓国栄養学会誌, 23(5), 341-346
- Lee, K.Y., Jang, M.R., Kim, E.K. & Hur, K.B. (1991): A study on Body Fat Distribution in Obese Human, *Korean J. Nutrition*, 24(3), 157-165
- Lew, E.A. & Garfonkel, L. (1979): Variations in mortality by weight among 750,000 men and women, *J. Chronic. Dis.*, 32, 563-576
- Lukaski, H.C., Johnson, P.E., Bolonchuk, W.W. & Lykken, G.I. (1985): Assessment of fat-free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body, *Am. J. Clin. Nutr.*, 41, 810-817
- Mueller, W.H., Wear, M.L., Hanis, C.L., Emerson, J. B., et al. (1991): Which measure of body fat distribution is best for epidemiologic research? *Am. J. Epidemiol.*, 133, 858-869
- Norgan, N.C. & Ferro-Luzzi, A. (1985): Principal components as indicators of body fatness and subcutaneous fat patterning, *Hum. Nutr. Clin. Nutr.*, 39C, 45-53
- Norgan, N.C. & Ferro-Luzzi, A. (1987): Weight-height indices as estimators of fatness in men, *Hum. Clin. Nutr.*, 36, 363
- Okamoto, K., Yagyu, K., Ohno, K., Takahashi, A. & Ohtsuka, T. (1988): Relationship of body fat distribution and serum lipid concentration in middle-aged obesity women, *Jpn. J. Hyg.*, 43(5), 1028-1035
- Paul, A.H., Jacob, C.S., Isolde, D.T., Else, A.B. & Ingrid, J.O. (1990): The relationship between fat distribution and some chronic diseases in 11825 women participating in the DOM-project, *Int. J. Epidemiol.*, 19(3), 564-570
- Reichley, K.B., Mueller, W.H., Hanis, C.L., et al. (1987): Centralized obesity and cardiovascular disease risk in Mexican Americans, *Am. J. Epidemiol.*, 125, 373-386
- Roche, A.F., Tiervogel, R.M., Chumlea, W.C. & Webb, P. (1981): Grading body fatness from limited anthropometric data, *Am. J. Clin. Nutr.*, 34, 2831
- Roenbaum, S., Skinner, R.K., Knight, I.B. & Garrow, J.S. (1985): A survey of heights and weight of adults in Great Britain, *Annals of Human Biology*, 12, 115-127
- Rosalind, S. Gibson. Principles of nutritional assessment
- 蔡 範錫 (1988): 人間の栄養学, ACADEMY 書籍, ソウル
- Seidell, J.C. & Dosterlee, A. et al. (1987): Assessment of intra-abdominal and subcutaneous abdominal fat: Relation between anthropometry and computed tomography, *Am. J. Clin. Nutr.*, 45(1), 7-13
- Seidell, J.C., Oosterlee, A., Thijssen, M.A.O., Bur-ema, J., Deurenberg & Stout, R.W. (1988): Insulin and atheroma. 20-yr perspective, *Diabetes Care*, 13, 631-654
- 田中茂穂 (1991): 一般人における体脂肪分布と血清脂質, 血圧との関連, 民族衛生, 57(4), 154-161
- 豊川裕之, 木村信子, 丸井英二 (1984): A-mode 式超音波皮脂厚計の実用化のための基礎的研究 (第 1 報), 大腿部における標的波の固定の妥当性, 日本公衛誌, 31(1), 14-20
- 豊川裕之, 木村信子, 丸井英二 (1984): A-mode 式超音波皮脂厚計の実用化のための基礎的研究, 上腕伸側部計測値の安定性, 民族衛生, 50(4), 197-204
- Vague, J. (1956): The degree of masculine differentiation of obesity; a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout and uric calculous disease, *Am. J. Clin. Nutr.*, 4, 20-27
- Van Gaal, L., Vansant, G., Van Campenhout, G., Lepoutre, L. & De Leeuw, I. (1989): Apolipoprotein concentrations in obese subjects with upper and lower body fat mass distribution, *Int. J. Obes.*, 13(3), 255-263
- Warnick, G.R. (1986): Enzymatic methods for quantification of lipoprotein lipids, *Methods Enzymol.*, 129, 101-123
- 矢力崎信子, 豊川裕之 (1989): 日本人の皮下脂肪厚の記述疫学的研究, 民族衛生, 55(2), 100-112

(受稿 1993.10.15; 受理 1993.11.19)