

체지방 분포와 대사위험 인자들과의 연관성

오세진, 강상중, 송수근, 임동현, 김성만, 최영식, 박요한, 차형수*

고신대학교 의학부 내과학 교실, 가정의학 교실*

Relationship of Body Fat Distribution with Metabolic Risk Factors

Se Jin Oh, Sang Jung Kang, Soo Keun Song, Dong Hyun Lim,
Seong Man Kim, Young Sik Choi, Yo Han Park, Hyung Soo Cha *

Department of Internal Medicine, *Department of Family Medicine, Kosin University College of Medicine, Pusan, Korea

Abstract

Background Obesity is the prevalent disorder and is a serious public health concern because it is a significant forerunner of major chronic debilitating metabolic disease including diabetes, hypertension, lipid disorders and coronary arteriosclerosis. Recently many studies shows that upper-body obesity, particularly increased visceral, abdominal fat, is most strongly associated with metabolic risk factors. The aims of this study were to establish the relationship of body fat and its distribution to metabolic risk factors and the clinical usefulness of waist circumference as a new indices of intraabdominal fat distribution. **Methods** Forty-one non-diabetic patients who visited to the health promotion center of Kosin Medical Center from March, 1998 to June, 1998 were divided into two groups according to the body mass index (BMI) : obese group (BMI $\geq 25\text{kg/m}^2$) and non obese group (BMI $< 25\text{kg/m}^2$) also were divided into two group according to the waist circumference (W) : center obese group (W $> 94\text{cm}$ in men and W $> 80\text{cm}$ in women) and central non obese group (W $\leq 94\text{cm}$ in men and W $\leq 80\text{cm}$ in women). The amount of body fat was measured by bioelectrical impedance method. Insulin resistance was calculated by homeostasis model assessment. **Results** The result were as follows. 1) In obese group W and waist/hip ratio (WHP), basal insulin level in men and Smin, C-peptide and atherogenic index in women of obese group were higher than those of non-obese group (p < 0.05). Insulin resistance, fat weight and lean body mass in the obese group were higher than those of non-obese group in both sexes (p < 0.05). 2) In central obese group BMI, basal insulin level, insulin resistance, fat weight and lean body mass in men and atherogenic index in women were higher than those of central non-obese group. WHR in the central obese type group was higher than of central non-obese group in both sexes (p < 0.05). 3) BMI was positively correlated with systolic blood pressure (r=0.32, p < 0.05), diastolic blood pressure (r=0.36, p < 0.05), insulin resistance (r=0.39, p < 0.05), waist circumference (r=0.61, p < 0.01), percentage of body fat (r=0.32, p < 0.05), fat weight (r=0.61, p < 0.01) and lean body mass (r=0.54, p < 0.01), but negatively correlated with HDL-cholesterol (r=-0.76, p < 0.01). 4) Waist circumference was positively correlated with systolic blood pressure (r=0.46, p < 0.01), diastolic blood pressure (r=0.37, p < 0.05), fat weight (r=0.37, p < 0.05), lean body mass (r=0.37, p < 0.05), and WHR (r=0.82, p < 0.01). 5) WHR was not significantly correlated with other metabolic risk factors except systolic blood pressure (r=0.39, p < 0.05). 6) Fat weight was positively correlated with diastolic blood pressure (r=0.36, p < 0.05), insulin resistance (r=0.53, p < 0.01), basal insulin level (r=0.53, p < 0.01), and percentage of body fat. Percentage of body fat was positively correlated with diastolic blood pressure (r=0.33, p < 0.05), and insulin resistance (r=0.44, p < 0.01). **Conclusion** Conclusively body fat, waist circumference and WHR were positively correlated with metabolic risk factors and waist circumference appeared more useful than WHR.

Key Words: Body fat, Body fat distribution, Waist circumference, Obesity, Metabolic risk factors

서론

최근 경제수준이 향상되고 생활이 서구화됨에 따라 영양소의 과잉섭취와 운동량의 부족으로 체중과다 및 비만증이 늘어가고 있는 추세이다. 비만증은 신체의 지방조직이 과잉 축적된 상태로 신체의 대사장애를 유발하여 고지혈증, 당뇨병, 고혈압 및 관상동맥질환 등

의 각종 성인병의 원인이 되는데,¹⁾ 이러한 대사장애는 나이나 단순한 비만도 보다는 체지방분포가 더 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있으며,^{2,3)} 체지방분포가 복부에 증가되어 있는 복부비만증의 경우에 더 높다.^{4~6)} 복부비만증에서 내장 지방량의 증가는 혈당의 증가와 관련이 있을 뿐 아니라 당뇨병의 발병에도 중요한 역할을 하는데 이는 내장지방이 쉽게 가수분해되어 혈청 유리지방산을 증가시키고, 증가된 유리지방산은 간의 인슐린 제거를 감소시켜 결국 고인슐린혈증과 인슐린저항성을 초래하기 때문이다.⁷⁾ 내장 지방과는 달리 대퇴부 지방은 비만과 관련된 대사이상과는 관련이 없고, 오히려 내장 지방의 영향을 완충해주거나 개선시켜 준다고 한다.⁸⁾

Kissebach⁹⁾ 등에 의해 허리/엉덩이 둘레의 비가 높은 경우 대사질환의 발생과 관련이 있다고 보고된 이후, 복부비만증의 측정에 허리둘레/엉덩이둘레의 비가 비만의 지표로 사용되어 왔으나 허리둘레측정치가 복부 지방량과 심혈관계 합병증의 빈도가 관련성이 높다고 보고되면서 최근에는 허리둘레측정치를 이용하여 복부비만을 분류하고 있는 추세¹⁰⁾이나 국내에서는 아직 이에 대한 보고가 없다. 이 외에 C-T 스캔이나 MRI를 이용하여 직접 복부지방 중 내장지방량(V)과 피하지방량(S)의 측정 및 내장지방량과 피하지방량 비(V/S 비)를 측정할 수 있게되어 내장지방량과 대사성 합병증과의 연관성에 관한 많은 연구가 이루어지고 있다. 최근에는 C-T 스캔에 비해 가격이 저렴하고 적은 방사선 피폭 등의 장점이 있으며, C-T 스캔으로 측정한 V/S비와 상관관계가 높은 초음파를 이용한 측정법들도 보고되고 있다.^{11~13)}

이에 저자들은 체지방과 체지방 분포와 대사장애 위험인자들과의 연관성과 복부비만의 측정에 있어 허리둘레측정치의 유용성에 대해 알아보하고자 이 연구를 시행하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

1998년 3월부터 1998년 6월까지 고신의료원 건강증진센터를 방문한 사람 중 당뇨병의 병력이 없고, 공복 혈당이 125mg/dL 이하인 41명을 대상으로 하였다. 혈당이 126mg/dL 이상인 경우는 당뇨병 전문위원회¹⁴⁾가

정한 당뇨병의 정의에 따라 연구의 대상에서 제외시켰다.

2. 방법

1) 비만도 측정

신장과 체중은 아침 공복에 측정하였으며, 체중은 가벼운 옷을 입은 상태에서 측정하였다. 측정된 신장과 체중을 이용하여 체질량지수(body mass index: kg/m²)를 구하여 비만도의 지표로 삼았다. 대상자 중 체질량지수가 25kg/m² 이상인 경우를 비만군으로 25kg/m² 미만을 비비만군으로 분류하였다.

2) 체지방 분포 측정

(1) 허리둘레측정치

허리둘레는 대상자가 팔을 붙이고 반듯이 누운 자세에서 배꼽 주위를 측정하였으며, WHO의 기준에 따라 남자에서 허리둘레가 94cm 이하인 군을 중심성 비비만군으로 94cm를 초과한 군을 중심성 비만군으로 분류하였고, 여자는 80cm 이하를 중심성 비비만군으로 80cm를 초과한 군을 중심성 비만군으로 나누어 비교하였다.

(2) 허리둘레/엉덩이둘레의 비(Waist/hip ratio, WHR)

허리둘레는 대상자가 팔을 붙이고 반듯이 누운 자세에서 배꼽주위를 측정하였고, 바로 서서 엉덩이 둘레를 측정하여 허리둘레/엉덩이둘레의 비를 구하였다.

3) 체지방 함량의 측정

생체에 일정하게 낮은 전류를 흘려 임피던스를 측정하는 임피던스법(Bioelectrical Impedance Fat Analyzer, 길우제품 GIF-891)을 이용하여 체지방량(fat weight)과 체지방율(% fat) 및 체지방량(lean body mass)을 측정하였다. 먼저 피검자를 침대에 누인 후 전극용 젤을 묻힌 다음 장착하여 측정하였다. 장착부위는 오른손 등과 팔목 그리고 오른발과 발목으로 하였고 양전극의 간격은 손, 발 모두 3cm로 고정하였다.

4) 대사 표지자의 측정

혈청 지질검사는 10-12시간 공복후 채혈하였으며, 총콜레스테롤과 중성지방은 자동 분석기를 이용하여 효소법으로 측정하였으며, HDL-콜레스테롤은 MgCl₂ 및 dextran sulfate로 침전 반은시킨 후 효소법으로 측정하였고, LDL 콜레스테롤은 Friedwald씨의 공식을 용

하여 계산하였다. 동맥경화지수(Atherogenic Index, AI)는 아래의 공식을 이용하여 구하였다.¹⁵⁾

동맥경화지수 =

$$(\text{Total-cholesterol} - \text{HDL-cholesterol}) / \text{HDL-cholesterol}$$

혈당은 포도당 산화 효소법으로 측정하였고, 혈청 C-peptide와 인슐린의 농도는 INC(Immuno Nucleo Cooperation, USA)에서 제조한 kit를 사용하여 방사면역법으로 측정하였다. 인슐린 저항성은 HOMA(Homeostasis Model Assessment)¹⁶⁾를 이용하여 측정하였다.

인슐린 저항성(HOMA(IR)) =

$$\text{공복인슐린(U/ml)} \times \text{포도당(mmol/l)} / 22.5$$

5) 통계분석

자료의 분석은 SPSS(version 7.0)를 이용하여 처리하였다. 비만군과 비비만군 간의 평균치 비교는 T-test로 유의성을 검증하였고, 각 변수들간의 상관관계는 Pearson의 상관 계수를 구하여 상호 관련성을 측정하였다.

결과

1. 신체적 특징 및 계측지 비교

남자에서 비비만군과 비만군의 평균연령은 각각 48세, 52세였고, 여자는 46세 및 52세로 각군간에 연령에 따

른 차이는 없었다. 허리둘레측정치는 남자 비비만군과 비만군에서 각각 $80.5 \pm 6.39\text{cm}$, $93.3 \pm 6.69\text{cm}$ 였고, 여자 비비만군에서는 $80.6 \pm 7.09\text{cm}$, 비만군에서는 $85.8 \pm 9.09\text{cm}$ 으로 남자 비만군에서 유의한 차이를 보였다. WHR은 남자 비비만군이 0.88 ± 0.07 비만군이 0.96 ± 0.04 로 비만군에서 유의하게 높았으나($p < 0.05$), 여자에서는 양군간에 차이가 없었다. 체지방량은 남자 비만군에서 $11.6 \pm 3.79\text{kg}$ 으로 비비만군 $7.60 \pm 2.70\text{kg}$ 보다 유의하게 높았으며($p < 0.05$), 여자 비만군에서도 $15.8 \pm 3.78\text{kg}$ 으로 비비만군 $9.5 \pm 3.64\text{kg}$ 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$). 체지방량은 남녀 모두 비만군에서 비비만군 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$)(Table 1). 체지방율은 남녀 모두 비만군과 비비만군 사이에 유의한 차이가 없었다(Table 1).

허리둘레측정치에 따라 중심성 비만군과 중심성 비비만군으로 분류하였을때 체지방지수는 남자 중심성 비만군에서 유의하게 높았다($p < 0.05$)(Table 2). WHR도 남자 중심성 비만군에서 0.97 ± 0.04 로 중심성 비비만군의 0.89 ± 0.07 에 비해 유의한 차이를 보였고, 여자에서도 중심성 비만군에서 0.91 ± 0.12 로 중심성 비비만군 0.80 ± 0.08 보다 높았다. 체지방량과 체지방율은 남자 중심성 비만군에서 중심성 비비만군 보다 유의한 차이를 보였다(Table 2).

2. 대사지표들 간의 비교

Table 1. Comparison of anthropometric measurements between obese and non-obese subject by body mass index

Variables	Male (n=20)		Female (n=21)	
	BMI < 25	BMI ≥ 25	BMI < 25	BMI ≥ 25
Number	12	8	10	11
Age(yr)	47.5 ± 12.9	51.8 ± 9.9	45.9 ± 12.9	51.8 ± 7.8
BMI(kg/m ²)	21.8 ± 1.78	26.4 ± 1.26	21.8 ± 1.8	27.5 ± 2.2
Waist(cm)	80.5 ± 6.39	$93.3 \pm 6.69^*$	80.6 ± 7.09	85.8 ± 9.09
WHR	0.88 ± 0.07	$0.96 \pm 0.04^*$	0.89 ± 0.08	0.86 ± 0.1
Impedence	398.9 ± 39.3	$360.1 \pm 22.5^*$	440.0 ± 70.8	395.3 ± 77.7
BF(%)	11.9 ± 4.13	15.3 ± 3.16	18.2 ± 6.38	23.5 ± 5.92
BF(kg)	7.60 ± 2.70	$11.6 \pm 3.79^*$	9.52 ± 3.64	$15.8 \pm 3.78^*$
LBM(kg)	55.5 ± 5.55	$63.2 \pm 6.59^*$	40.4 ± 13.1	$52.5 \pm 9.10^*$

Values are means ± SD.

* $P < 0.05$ versus non-obese by T-test.

Abbreviation : BMI, body mass index ; WHR, waist to hip ratio ; BF(%), percentage of body fat ; BF(kg), body fat weight ; LBM, lean body mass.

Table 2. Comparison anthropometric measurements between central obese group and central non-obese group by waist circumference

Variables	Male (n=20)		Female (n=21)	
	Waist $\leq$ 94	Waist $<$ 94	Waist $\leq$ 80	Waist $<$ 80
Number	16	4	7	14
Age(yr)	47.9 $\pm$ 12.5	54.5 $\pm$ 7.05	43.1 $\pm$ 10.3	51.5 $\pm$ 10.2
BMI(kg/m ²)	22.8 $\pm$ 2.44	26.8 $\pm$ 1.55*	22.2 $\pm$ 2.31	26.1 $\pm$ 3.31
Waist(cm)	82.5 $\pm$ 6.86	98.0 $\pm$ 4.76*	74.1 $\pm$ 5.98	87.9 $\pm$ 4.97*
WHR	0.89 $\pm$ 0.07	0.97 $\pm$ 0.04*	0.80 $\pm$ 0.08	0.91 $\pm$ 0.12*
Impedence	387.7 $\pm$ 40.7	366.0 $\pm$ 21.8	458.6 $\pm$ 67.7	395.6 $\pm$ 73.3
BF(%)	12.4 $\pm$ 3.77	16.7 $\pm$ 3.51	19.8 $\pm$ 5.46	21.6 $\pm$ 7.18
BF(kg)	8.04 $\pm$ 2.49	13.7 $\pm$ 4.34	11.1 $\pm$ 4.02	13.7 $\pm$ 5.14
LBM(kg)	56.5 $\pm$ 5.79	67.1 $\pm$ 4.66	43.8 $\pm$ 4.69	48.2 $\pm$ 15.0

Values are means $\pm$ SD.

*P<0.05 versus non-obese by T-test.

Abbreviation : BMI, body mass index ; WHR, waist to hip ratio ; BF(%), percentage of body fat ; BF(kg), body fat weight ; LBM, lean body mass.

Table 3. Comparison of the metabolic parameters between obese and non-obese subjects by body mass index

Variables	Male (n=20)		Female (n=21)	
	BMI $<$ 25	BMI $\geq$ 25	BMI $<$ 25	BMI $\geq$ 25
Number	12	8	10	11
SBP(mmHg)	126.8 $\pm$ 25.9	143.5 $\pm$ 19.7	125.9 $\pm$ 18.2	137.7 $\pm$ 22.1
DBP(mmHg)	78.3 $\pm$ 13.3	84.9 $\pm$ 12.4	77.3 $\pm$ 10.8	85.2 $\pm$ 13.1
Chol(mg/dL)	187.5 $\pm$ 29.1	196.0 $\pm$ 48.5	187.9 $\pm$ 32.8	210.8 $\pm$ 39.4
HDL(mg/dL)	41.8 $\pm$ 15.7	36.0 $\pm$ 7.71	51.7 $\pm$ 13.3	43.5 $\pm$ 11.7
TG(mg/dL)	141.3 $\pm$ 97.3	192.0 $\pm$ 73.0	87.1 $\pm$ 35.4	123.8 $\pm$ 80.4
LDL(mg/dL)	117.5 $\pm$ 29.5	122.0 $\pm$ 40.8	118.7 $\pm$ 26.1	142.6 $\pm$ 31.9
AI	3.94 $\pm$ 1.62	4.49 $\pm$ 0.99	2.74 $\pm$ 0.68	3.70 $\pm$ 1.21*
FBS(mg/dL)	113.4 $\pm$ 12.5	114.8 $\pm$ 9.44	107.8 $\pm$ 10.6	110.6 $\pm$ 10.0
Insulin(μ U/mL)	4.72 $\pm$ 1.71	7.35 $\pm$ 3.19*	5.5 $\pm$ 2.1	6.79 $\pm$ 3.21
IR(pmol $\cdot$ mmol $\cdot$ l ⁻¹)	1.33 $\pm$ 0.49	2.07 $\pm$ 0.90*	1.46 $\pm$ 0.55	1.88 $\pm$ 0.98*
C-Peptide(ng/mL)	1.76 $\pm$ 0.85	1.74 $\pm$ 0.35	1.30 $\pm$ 0.16	1.73 $\pm$ 0.48*

Values are means $\pm$ SD.

*P<0.05 versus non-obese group by T-test.

Abbreviation : BMI, body mass index ; SBP, systolic blood pressure ; DBP, diastolic blood pressure ; AI, atherogenic index ; FBS, fasting blood sugar ; IR, insulin resistance by HOMA equation.

1) 혈압

수축기혈압은 남자 비만군에서 126.8 $\pm$ 25.9mmHg, 비만군에서 143.5 $\pm$ 19.7mmHg였으며, 여자 비만군에서는 125.9 $\pm$ 18.2mmHg 비만군에서는 137.7 $\pm$ 22.1mmHg로 남녀 모두 비만군에서 높은 경향을 보였으나 유의한 차이를 보이지는 않았다. 확장기 혈압도 남녀 모두 비만군에서 높은 경향을 보였으나 유의한 차이를 보이지

는 않았다(Table 3).

허리둘레측정치로 분류한 연구에서도 남녀 모두 비만군에서 높은 경향을 보였으나 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 4).

2) 혈청지질

총콜레스테롤, 중성지방 및 LDL-콜레스테롤은 남

녀 모두 비만군에서 높은 경향을 보였으나 유의한 차이는 없었으며, HDL-콜레스테롤은 남녀 모두 비만군에서 낮은 경향을 보였으나 유의하지는 않았다(Table 3). 동맥경화의 위험을 나타내는 지수인 동맥경화지수는 남자 비만군에서 4.49 ± 0.99 , 비비만군에서 3.94 ± 1.62 로 양군간에 차이는 없었으나, 여자 비만군에서 3.70 ± 1.21 로 비비만군 2.47 ± 0.68 보다 유의하게 증가되어 있었다($p < 0.05$) (Table 3). 허리둘레측정치로 분류한 연구에서 동맥경화지수는 여자 중심성 비만군에서 3.52 ± 1.11 로 중심성 비비만군의 2.53 ± 0.60 보다 유의하게 높았다($p < 0.05$)(Table 4).

3) 당대사 지표

공복혈당은 남녀 모두 비만군과 비비만군 사이에 차이가 없었으며, 혈중 인슐린치는 남자에서 비만군에서 7.35 ± 3.19 U/mL로 비비만군 4.72 ± 1.71 U/mL 보다 유의하게 높았으나($p < 0.05$), 여자에서는 양군간에 유의한 차이가 없었다. C-peptide치는 여자 비만군에서 1.73 ± 0.48 ng/mL로 비비만군 1.30 ± 0.16 ng/mL보다 유의하게 높았다. 인슐린저항성은 남자 비비만군 1.33 ± 0.49 pmol $\cdot$ mmol $\cdot$ 1-2 보다 비만군에서 2.07 ± 0.90 pmol $\cdot$ mmol $\cdot$ 1-2로 유의하게 증가되어 있었으며($p < 0.05$), 여자에서도 비비만군 1.46 ± 0.55 pmol $\cdot$ mmol $\cdot$ 1-2보다 비만군에서 1.88 ± 0.98 pmol $\cdot$ mmol $\cdot$ 1-2로 유의하게

Table 4. Comparison of the metabolic parameters between central obese type and central non-obese type by waist circumference

Variables	Male (n=20)		Female (n=21)	
	Waist $\leq$ 94	Waist $>$ 94	Waist $\leq$ 80	Waist $>$ 80
Number	16	4	7	14
SBP(mmHg)	132.8 ± 26.7	136.5 ± 15.4	123.1 ± 18.3	136.6 ± 21.1
DBP(mmHg)	81.3 ± 14.2	78.5 ± 7.85	78.4 ± 10.6	83.2 ± 13.4
Chol(mg/dL)	191.6 ± 32.6	188.3 ± 58.1	210.1 ± 43.6	194.8 ± 34.5
HDL(mg/dL)	41.6 ± 13.6	30.8 ± 6.65	52.7 ± 16.6	44.7 ± 10.3
TG(mg/dL)	143.7 ± 86.6	233.5 ± 76.2	128.9 ± 93.9	95.1 ± 43.5
LDL(mg/dL)	121.2 ± 32.3	110.2 ± 42.6	131.1 ± 35.7	131.1 ± 29.9
AI	3.94 ± 1.45	5.03 ± 0.78	2.53 ± 0.60	3.52 ± 1.11
FBS(mg/dL)	113.4 ± 11.3	116.0 ± 11.7	107.8 ± 10.6	110.6 ± 10.0
Insulin(μ U/mL)	5.08 ± 2.06	$8.53 \pm 3.42^*$	6.16 ± 2.73	6.18 ± 2.84
IR(pmol $\cdot$ mmol $\cdot$ 1 $^{-1}$)	1.41 ± 0.55	$2.45 \pm 1.01^*$	1.72 ± 0.81	1.66 ± 0.84
C-Peptide(ng/mL)	1.73 ± 0.76	1.80 ± 0.29	1.47 ± 0.45	1.55 ± 0.42

Values are means $\pm$ SD.

* $p < 0.05$ versus central non-obese group by T-test.

Abbreviations SBP, systolic blood pressure ; DBP, diastolic blood pressure .

AI, atherogenic index ; FBS, fasting blood sugar ; IR, insulin resistance by HOMA equation.

Table 5. Correlations between body fat and its distribution indices and metabolic parameters

	SBO	DBP	T-chol	TG	HDL	LDL	AI	FBS	IR	Insulin
BMI	0.32*	0.36*	0.24	0.27	-0.76**	0.19	0.27	0.71	0.40*	0.40
Waist	0.46	0.37*	0.13	0.19	-0.16	-0.18	0.29	0.20	0.36*	0.39*
WHR	0.39*	0.14	0.48	0.08	-0.03	-0.32	0.67	-0.01	0.06	0.10
BF(%)	0.04	0.33*	0.20	0.04	0.12	0.20	0.04	0.11	0.41**	0.40**
BF(kg)	0.18	0.36*	0.21	0.23	-0.09	-0.16	0.18	0.14	0.53**	0.53*
LBM	0.26	-0.01	-0.47	0.42**	-0.22	-0.18	0.26	0.07	0.11	0.11

* $p < 0.05$ by Pearson correlation test.

** $p < 0.01$ by Pearson correlation test

증가되어 있었다($p<0.05$)(Table 3). 허리둘레측정치로 분류하였을 때 기저 인슐린치가 남자 중심성 비만군에서 $8.53\pm 3.42\text{U/mL}$ 로 중심성 비비만군의 $5.08\pm 2.06\text{ }\mu\text{U/mL}$ 보다 유의하게 증가되어 있었고($p<0.05$), 인슐린저항성도 남자 중심성 비만군에서 $2.45\pm 1.01\text{pmol}\cdot\text{mmol}\cdot 1-2$ 로 중심성 비비만군의 $1.41\pm 0.55\text{pmol}\cdot\text{mmol}\cdot 1-2$ 보다 유의한 차이를 보였으나 여자에서는 차이가 없었다(Table 4).

3. 체지방 및 체지방 분포지표들과 대사위험 인자들간의 상관관계

체질량지수는 수축기혈압($r=0.32$, $p<0.05$) 및 확장기혈압($r=0.36$, $p<0.05$), 인슐린저항성($r=0.40$, $p<0.05$)과 유의한 양의 상관관계가 보였으나, HDL-콜레스테롤($r=0.76$, $p<0.01$)과는 음의 상관관계를 나타냈다. 허리둘레측정치는 수축기혈압($r=0.46$, $p<0.01$), 확장기혈압($r=0.37$, $p<0.05$), 기저 인슐린($r=0.39$, $p<0.05$) 및 인슐린저항성($r=0.36$, $p<0.05$)과 양의 상관관계를 보였다. 그러나 WHR은 수축기혈압($r=0.39$, $p<0.05$)과 양의 상관관계가 있었으나 그 외 다른 변수들과는 유의한 상관관계가 없었다(Table 5). 체지방량은 확장기혈압($r=0.36$, $p<0.05$)과 인슐린저항성($r=0.53$, $p<0.01$) 및 기저 인슐린치($r=0.53$, $p<0.01$)와 의미있는 상관관계를 보였다. 체지방량은 중성지방($r=0.42$, $p<0.01$)과 양의 상관관계를 보였다(Table 5).

4. 체지방 및 체지방 분포지표들간의 상관관계

체질량지수는 체지방율($r=0.32$, $p<0.05$), 체지방량($r=0.61$, $p<0.01$), 제지방량($r=0.54$, $p<0.01$) 및 허리둘레측정치($r=0.62$, $p<0.01$)와 유의한 양의 상관을 보였다. 허리둘레측정치는 체지방량($r=0.37$, $p<0.05$), 제지방량($r=0.37$, $p<0.05$) 및 WHR($r=0.82$, $p<0.01$)과 유의한 양의 상관관계를 보였다. WHR은 허리둘레측정치 외에는 유의한 상관관계가 없었다. 체지방율은 체지방량($r=0.90$, $p<0.01$)과는 양의 상관관계를 보였으나, 제지방량과($r=0.40$, $p<0.05$)는 음의 상관관계를 보였다(Table 6).

고찰

최근 산업화에 따른 경제발전으로 생활양식이 편리

Table 6. Correlations between body fat and its distribution indices

	BMI	Waist	BF(%)	BF(kg)	LBM
BMI	1.00	0.62**	0.32*	0.61**	0.54**
Waist	0.62**	1.00	0.15	0.37*	0.37*
WHR	0.18	0.82**	-0.93	-0.23	0.02
BF(%)	0.32*	0.15	1.00	0.90**	-0.40*
BF(kg)	0.61**	0.37*	0.90**	1.00	0.05
LBM	0.54**	0.37*	-0.40*	0.05	1.00

* $P<0.05$ by Pearson correlation test.

** $P<0.01$ by Pearson correlation test.

해지고 식생활이 변화되면서 비만증의 출현도가 증가하고 있다.¹⁷⁾ 국내에서 시행한 국민영양조사에 의하면 전체조사 대상자 중 체질량지수가 25kg/m^2 를 넘는 사람이 1990년의 16.9%,¹⁸⁾ 1991년 17.1%에 비해 1992년에는 19.6%로 해마다 비만증의 인구가 증가하는 추세이다.¹⁹⁾

비만증은 심혈관계 질환의 독립적인 위험인자일 뿐 아니라 이들 질환에 대한 다른 위험 인자들, 즉 당뇨병, 고지혈증 및 고혈압 등에 영향을 줄 수 있다.²⁰⁾ 심한 비만증에 의해 건강상의 문제가 발생하는 것은 주지의 사실이나 과체중 등의 경증의 비만증이 건강에 미치는 영향에 대해서는 잘 알려져 있지 않으며, 개인의 유전적 배경과 환경인자가 다르기 때문에 비만환자에서 발생하는 건강상의 문제에 관여하는 인자를 밝혀 내기는 힘들지만 체중증가에 따른 심혈관질환의 발생 위험도와 심혈관질환에 의한 사망률이 증가됨은 잘 알려져 있다. 1959년부터 1972년까지 75만명을 대상으로 미국 암학회에서 조사한 바에 따르면²¹⁾ 체질량지수가 25kg/m^2 를 넘으면 남녀 모두에서 체질량지수의 증가에 비례하여 사망률이 증가하였다. 반면 체중이 감소함에 따라 비만증과 관련된 위험인자, 유병률 및 사망률이 감소한다. Framingham 연구에서²²⁾ 10% 체중감소는 혈중 포도당을 2.5mg/dL , 콜레스테롤은 11.3mg/dL , 수축기혈압은 6.6mmHg , 혈중 요산은 0.33mg/dL 를 감소시키며, 심혈관질환의 발병율을 20%감소시키는 효과가 있다고 하였다. 체질량지수 25kg/m^2 를 기준으로 하여 비만군과 비비만군으로 분류하여 조사한 본 연구에서도 남녀 모두 통계적으로 유의하지는 않았지만 비만군에서 비비만군 보다 수축기 및 확장기 혈압이 높았고, 총콜레스테롤과 중성지방, LDL-콜레스테롤 등이 높은

경향을 보였고, 비만군에서 기저 인슐린치, 인슐린저항성, 동맥경화지수, 체지방율, 체지방량 및 체지방량이 유의하게 증가하였다.

체지방 분포에 따른 비만을 분류할 때 상체에 지방이 축적된 경우 중심성, 사과형, 복부 또는 남성형비만이라고 하며²³⁾ 이러한 중심성 비만에서 성인병의 이환율이 높은 것으로 알려져 있다.^{4~6)} 같은 체질량지수라도 복부비만에서 대사장애가 더 잘 발생하는데^{24,25)} 이는 간분맥의 유리지방산의 증가, 간의 포도당신생 증가, 초저밀도지단백질 콜레스테롤을 증가 및 인슐린저항성을 감소시켜 그 결과 고인슐린혈증 및 인슐린저항성이 유발되기 때문으로 생각된다.⁴⁾ 그러나 복부비만과는 대조적으로 하체에 지방이 축적된 서양배형 또는 여성형 비만의 경우는 대사장애의 위험이 낮다. 본 연구에서는 대상군의 부족으로 같은 체질량지수를 가진 군에서 복부비만증의 유무에 따른 대사위험 인자들을 비교해보지 못하였으나 향후 체질량지수와 복부비만증과 대사위험 인자들과의 연관성을 밝히기 위해서는 이에 대한 연구도 필요할 것으로 생각한다.

임상에서 체지방 분포를 측정할 때 쉽고 간편한 WHR을 주로 이용한다. WHR의 정상범위는 남자에서 0.8-1.0 정도이며, 1.0 이상일 때 이환율이 높으며, 여자에서의 정상범위는 0.7-0.85 정도이며 0.9 이상일 때 이환율이 높다.²⁶⁾ 저자들의 연구에서 WHR이 남자 비만군에서 비비만군에 비해 유의하게 높았다. 허리둘레측정치가 복부지방량과 심혈관계 합병증의 빈도와 연관성이 높아 최근에는 WHR 보다 허리둘레측정치를 이용한 복부비만의 분류가 제시되고 있다.¹⁰⁾ 허리둘레측정치를 이용하여 복부비만의 분류할 때는 인종간의 차이를 고려하여야 한다. 현재는 유럽인을 대상으로 한 기준치가 세계보건기구(WHO)의 보고에서 제시되어 있지만, 향후 국내에서도 대규모 인구집단 연구를 통하여 기준치를 정하여야 할 것으로 생각한다. WHO에서 제시한 기준치를 이용한 본 연구에서 허리둘레측정치는 남녀 모두 비만군에서 비비만군 보다 높은 경향을 보였고, 허리둘레측정치에 따라 중심성 비만군과 중심성 비비만군으로 분류한 저자들의 연구에서도 중심성 비만군에서 중심성 비비만군보다 체질량지수, WHR, 체지방량, 체지방량, 동맥경화지수, 인슐린저항성 및 기저인슐린치가 유의하게 증가되어 있었다. 또한 허리둘레측정치는 수축기혈압($r=0.46$, $p<0.001$), 확장기혈압($r=0.37$, $p<0.005$), 기저 인슐린($r=0.39$, $p<0.05$), 인슐

린저항성($r=0.36$, $p<0.05$), 체질량지수($r=0.62$, $p<0.01$), 체지방량($r=0.37$, $p<0.05$), 체지방량($r=0.37$, $p<0.05$) 및 WHR($r=0.82$, $p<0.01$)과 허리둘레측정치 외에는 유의한 상관관계가 없었다.

허리둘레 단일측정치와 WHR을 기준으로 한 비만의 분류는 복부에서 피하지방과 내장지방의 구분은 불가능하나 C-T스캔은 복부지방을 내장지방과 피하지방으로 분리하여 비교적 정확하게 측정할 수 있어²⁷⁾ 특히 복부비만의 측정에 기준 측정법(reference method)으로 이용되고 있다.¹²⁾ 비만인을 대상으로 복부 제대수준에 C-T 스캔을 시행하여 내장지방량과 피하지방량비(V/S 비)를 측정하여 0.4 이상일 때와 0.4 미만일 때를 각각 내장지방형과 피하지방형 비만으로 분류한다.^{28,29)} V/S비를 내장지방의 상대적 증가의 지표로 이용하여 대사이상과의 관련을 조사한 보고에 의하면²⁷⁾ V/S 비는 공복시 혈당, 경구당부하검사 후 혈당의 면적, 혈청콜레스테롤, 중성지방 등과 높은 상관관계를 보였다. C-T 스캔은 정확한 검사이나 가격이 비싸고, 방사선 노출의 위험이 있으나 초음파를 이용한 복부비만의 측정은 가격이 저렴하고, 측정시간이 짧으며, 방사선 노출의 위험이 없고, C-T 스캔으로 측정한 V/S 비와 높은 상관관계가 높다고 한다.¹¹⁾ 비만증에 동반되는 고중성지방혈증에 대한 원인은 잘 밝혀져 있지 않으나 인슐린저항성으로 인한 고인슐린혈증과 이에 따른 포도당, glycerol 및 유리지방산들의 간내 유입이 많아져 이로 인한 VLDL-콜레스테롤의 과다생산에 기인한다.³⁰⁾ HDL-콜레스테롤은 체중증가에 반비례하여 감소하나 LDL-콜레스테롤은 증가하는데,³¹⁾ 저자들의 경우 비록 통계적으로 유의하지는 않았지만 비만군에서 비비만군 보다 HDL-콜레스테롤은 낮았고, LDL-콜레스테롤은 높은 소견을 보였고, 중심성 비만군에서도 중심성 비비만군에 비해 HDL-콜레스테롤은 낮았고, LDL-콜레스테롤은 높은 경향을 보였다. 동맥경화지수는 여자비만군 및 중심성 비만군에서 유의하게 증가하였으며, 양군 모두 복벽지방지수와 높은 상관관계를 보였다. 이러한 소견은 비만군 및 중심성 비만군에서 동맥경화 발생의 위험이 높음을 보여준다.

비만증은 흔히 당 대사이상 및 인슐린비의존성 당뇨병과 동반되며³²⁾ 체중증가는 기존의 당뇨병 상태를 악화시킨다고 한다.³³⁾ 그러나 비만증 자체만으로는 당뇨병을 유발시키지 않고 당뇨병에 대한 유전적 소인이나 환경인자와 함께 관여함으로 발생한다. 비만증에서는

경구당부하 검사상 혈당반응은 정상이나 인슐린 분비 반응이 높게 나타나는 인슐린저항성의 형태를 보이며, 이러한 인슐린저항성은 말초골격근, 지방조직이나 간에서의 포도당 섭취장애와 간에서의 당생산의 증가에 기인된다고 한다.^{34,35)} 인슐린저항성을 정량화 할 수 있는 표준화된 방법은 현재 정맥내 포도당부하검사, 인슐린 억제검사, minimal model 분석, 포도당 및 인슐린 크래프 검사 및 HOMA법 등이 개발되어 있다. 이 중 포도당크래프 검사와 minimal model 분석이 가장 정확하나 경제적, 시간적 제약이 따르므로 최근에는 HOMA법을 이용한 연구가 증가하고 있다. 저자들의 연구에서도 비만군에서 비비만군에 비해 혈중 기저 인슐린치가 유의하게 증가되어 있었으며, HOMA법에 의해 산출된 인슐린저항성도 비만군 및 중심성 비만군에서 유의하게 증가되어 있었다. 이러한 인슐린저항성은 체질량지수, 허리둘레측정치, 체지방율 및 체지방량과 유의한 상관관계를 보였다. 비만증에 있어서 인슐린저항성의 기전은 대부분 포적세포에서 인슐린수용체 및 수용체후 장애가 관여한다.³⁶⁾ 수용체 후 장애에는 포도당수송기구,³⁷⁾ 수용체의 타이로신 키나제의 이상,³⁸⁾ 포도당대사에 관여하는 효소³⁹⁾ 이상 등이 관여한다고 한다. 이외에도 비만증과관련해서 지방분해의 증가와 그에 따른 유리지방산의 증가도 인슐린저항성의 유발에 관여한다.

임피던스법은 지방과 다른 조직간의 전기전도 차이를 이용하여 신체조성을 평가하는 방법으로 1985년 Lukaski 등⁴⁰⁾이 인체에서 연구를 보고한 이래 가격이 싸고, 측정방법이 단순하며, 높은 재현성으로 환자가 쉽게 수용할 수 있어 성인의 신체조성의 연구에 많이 이용되고 있다. 비만여부의 판정은 체지방율을 기준으로 남자는 20%이상, 여자는 30%이상을 비만으로 한다. 저자들의 연구에서 남자에서 체지방율이 20%이상인 경우는 2예 있었고, 여자에서는 1예 있었다. 임피던스, 체지방량과 체지방량은 비만군에서 비비만군 보다 유의하게 증가되었고, 체지방율은 비만군에서 비비만군 보다 높은 경향을 보였으나 통계적으로 유의하지는 않았다. 체지방량 및 체지방량은 체질량지수와 허리둘레측정치와 유의한 상관관계를 보였다.

체지방과 체지방 분포와 대사장애 위험인자들과의 연관성과 복부비만증 측정에 있어 허리둘레측정치의 유용성을 알아보려고 시행한 저자들의 연구에서 체질량지수, 체지방은 비만증에서 대사위험 인자들과 관련

이 높았다. 복부비만의 지표인 허리둘레측정치는 WHR에 비해 대사위험 인자들과 체지방 및 체지방분포와 더 많은 상관관계를 보였다.

결론

고지혈증, 당뇨병, 고혈압 및 관상동맥질환 등의 각종 성인병의 원인이 되는 비만증은 나이나 단순한 비만도 보다는 체지방분포가 더 많은 영향을 주는 것으로 알려져 있으며, 체지방분포가 복부에 증가되어 있는 복부비만증의 경우에 더 높다고 한다. 이에 체지방과 체지방 분포와 대사장애 위험인자들과의 연관성과 복부비만증 측정에 있어 허리둘레측정치의 유용성을 알아보려고 시행한 저자들의 연구에서는 허리둘레측정치, WHR, 동맥경화지수, 기저 인슐린치, 인슐린저항성, C-펩타이드, 체지방량 및 체지방량은 비만군에서 비비만군 보다 유의하게 증가된 소견을 보였고, 체질량지수, WHR, 동맥경화지수, 기저 인슐린치, 인슐린저항성, 체지방량 및 체지방량은 중심성 비만군에서 중심성 비비만형군 보다 유의하게 증가된 소견을 보였다. 체질량지수는 수축기혈압 및 확장기혈압, 인슐린저항성, 허리둘레 단일측정치, 체지방율, 체지방량 및 체지방량 및 허리둘레측정치와 유의한 양의 상관관계가 보였고, HDL-콜레스테롤과는 음의 상관관계를 보였다. 허리둘레측정치는 체질량지수, WHR, 수축기혈압, 확장기혈압, 기저 인슐린치, 인슐린저항성, 체지방량 및 체지방량과 양의 상관관계를 보였다. 반면 WHR은 수축기혈압과 허리둘레측정치와 유의한 양의 상관을 보였다. 체지방량과 체지방율은 확장기혈압, 인슐린저항성, 체질량지수, Smin, Pmax 및 체지방율과 의미있는 양의 상관관계를 보였다.

결론적으로 체질량지수와 체지방은 대사위험 인자들과 관련이 높았다. 복부비만의 새로운 지표인 허리둘레측정치는 체질량지수, WHR 및 체지방과 유의한 관련이 있었고 대사위험 인자들과도 관련이 높아 WHR 보다 유용하였다.

참고문헌

1. Kissebach AH, Krakower GR : Regional adiposity and

- morbidity. *Physiol Rev* 74:761-811, 1994
2. Sparrow d, Borkan GA, Gerzof SG, Wisnie나 c, Silbert C K : Relationship of fat distribution to glucose tolerance. *Diabetes* 35:411-415, 1986
3. Fendri S, Arlot S, Marcelli LM, Dubbreuil A, Lalau JD : Relationship between insulin sensitivity and circulating sex hormone binding globulin levels in hyperandrogenic obese women. *Int J Ob* 18:755-759, 1994
4. Bjorntorp P : The association between obesity adipose tissue distribution and disease. *Acta Med Scan(Suppl)* 723:121-125, 1988
5. Bjorntorp P : Visceral obesity : A civilization syndrome. *Obes Res* 1:206-222, 1993
6. Larsson B, Sardudd K, Welin L, Wilhelmsen L, Bjorntorp P, Tibblin G : Abdominal adipose tissue distribution, obesity and risk of cardiovascular disease and death . 13 year follow-up of participants in the study of men born in 1913. *BJM* 288:1401-1404, 1984
7. Abate N : Insulin resistance and obesity. The role of fat distribution pattern. *Diabetes Care* 19:292-294, 1996
8. Tery RB, Sfehanick MI, Haskell WL, Wood PD : Contributions of regional adipose tissue depoots to plasma lipoprotein concentrations in overweight men and women : possible proyective effect of thigh fat. *Metabolism* 40:733-744, 1992
9. Kissebach AH, Uydelinum N, Murry R, Evans DJ, Hartz AJ, Krakower GR, Adams PW : Reiatio of body fat distribution to metabolic complication to obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 54:254-260, 1982
10. 남수현 : 비만 환자의 평가 및 치료적 접근. *대한 비만학회지* 7:237-231, 1998
11. 김영실 : 내장지방형 비만. *대한비만학회지* 4:5-8, 1994
12. Armellini F, Zamboni M, robbi R, Todesco T, Rigo L, Bosello O : Total and intraabdominal fat measurement by ultrasound and computerized tomography. *Int J Obes* 17: 209-214, 1993
13. Targher G, Tonoli M, Agostino G, Rigo L, Boschini K, Muggeo M, De Sandre G, Cigolini M : Ultrasonographic intraabdominal depth and its relation to hemostatic factor in healthy males. *Int J Obed Relat Metab Disord* 20: 882-885, 1996
14. The expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus : Report of the expert committee on the diagnosis and classification of diabetes mellitus. *Diabetes Care* 20:1183-1197, 1997
15. Gofman JW : Lipporoteins, coronary heart disease, and arthrogenesis, *physio Rev* 34:589-595, 1954
16. Matthews DR, Hosker JP, Rudenski AS, Naylor BA, Teacher DF, Turner RC : Homeostasis model assessment . insulin resistance and -cell dysfunction from fasting plasma glucose and insuline concentration in man. *Diabetologia* 28:412-419. 1995
17. 안홍석, 박진경, 이동환, 백인경, 이종호, 이양자 : 일부 비만아동 및 청소년에 대한 임상영양학적 조사 연구. *한국영양학회지* 27:79-89, 1994
18. 이홍규 : 비만과 관련된 질환. *한국영양학회지* 23:341-346. 1990
19. 이현옥, 박혜순, 송정자 : 중년여성비만의 혈중지질 농도 및 혈압에 관한 연구. *대한비만학회지* 4:33-41. 1995
20. 정민영 : 비만증의 동반질환. *대한비만학회지* 1:5-10. 1992
21. Lew Ea, Garfinkel L, : Variations in mortality by weight among 750,000 men and women. *J chronic Dis* 32:563-567, 1979
22. Ashley FW Jr, Kannel WB : Relation of weight chanfe to changes in arthrogenic traits: The Framingham study. *J chronic Dis* 27:103-108, 1974
23. Vague J : The degree of masculine differentiation of obesities, a factor determining predisposion to diabetes, arthrosclerosis, gout and uric calculous disease. *Am J Clin Nutr* 4:20-34, 1956
24. Fujioka S, matsuzawa Y, Tokunaga K, Tauri S : Contribution of intraabdominal fat accumulation to impairment of glucose and lipid metabolism in human obesity. *Metabolism* 35:54-58, 1987
25. Hubert HB, Feinleib M, McNamara PM, Castelli WP : Obesity as an ondependent risk factor for cardiovascular disease : A 26-year follow-up of participants in the Framingham heart study. *Circulation* 67:968-976, 1983
26. 이광우 : 비만증의 진단과 평가. *대한비만학회지* 1:1-4, 1992
27. Tokunaga K : A novel technique for the determination of body fat by computed tomography. *Int J Obes* 7:437-445, 1983
28. Tarui S, Fujioka S, Tokunaga K, Matsuzawa Y : Comparison of pathophysiology between subcutaneous type and visceral type obesity. in bary GA, LeBlanc J, Inoue S, Suzuki M(eds) : Diet and Obesity. Tokyo, Japen Scientific Societes Press, 1988, 143-152
29. Nakajima T, Fujioka S, Tokunaga K, Matsuzawa Y, Tarui S : Correlation of intraabdominal fat accumulation and left ventricular performance in obesity. *Am J Cardio* 64:369-373. 1989
30. Nestel P, Goldrick RB : Obesity : Changes in liquid metabolism and the role of insulin. *Clin Endocrinol Metab* 5:313-318, 1976
31. Reaven GM, Lerner RL, Stern ML, Farquher JW : Role of insuline in endogenous hypertriglycerisemia. *J Clin Invest* 46:1756-1760, 1967
32. Knowler WC, Pettitt DJ, Savage PJ, Bennett PH : Deabetes incidence in Pima indians : Contributions of obesity and parental diabetes. *Am J Epidemiol* 113:144-150, 1981
33. Bennett PH, Rushforth NB, Miller M, Lecompre P : Epidermological stydies of diabetes in the Pima indian.

- Recent Prog Horm Res 108:497-503, 1978
34. Prager R, Wallace P, Olefsky JM : In vivo kinetics of insulin action on peripheral glucose disposal and hepatic glucose output in normal and obese subjects. *J Clin Invest* 79:471-476, 1986
 35. Reaven GM : The role of insulin resistance in the pathogenesis and treatment of noninsulin dependent diabetes mellitus. *Am J Med* 74:1-4, 1983
 36. Olefsky J, Kolterman O : Mechanism of insulin resistance in obese and noninsulin dependent diabetes mellitus. *Am J Med* 70:151-155, 1981
 37. Bonadonna RC, Del Prato S, Cobelli C, Saccomani MP, Stocco A, Bier D, Ferrannini E, DeFronzo RA : Glucose transport in skeletal muscle is insulin resistant in type 2 diabetes. *Diabetologia*(Suppl) 33:A23, 1990
 38. LeMarchand-Brustel Y, Germeaux T, Ballotti R, Van Obberghen E : Insulin receptor tyrosin kinase is defective in skeletal muscle of insulin resistant obese mice. *Nature* 315:676-678, 1985
 39. Takayama S, Kahn CR, Kubo K, Foley JE : Alteration in insulin receptor autophosphorylation in insulin resistance : Correlation with altered sensitivity to glucose transport and antilipolysis to insulin. *J Clin Endocrinol Metab* 66:992-1005, 1988
 40. Lukaski HC, Lohason PE, Bolonchuk WW, Lykken GI : Assessment of the human free mass using bioelectrical impedance measurements of the human body. *Am J Clin Nutr* 41:810-817, 1985