

당뇨병 환자의 체지방량 및 체지방 분포와 당대사 및 혈청지질 농도와의 관계

김은경·이기열*·김유리**·허갑범***

강릉대학교 이공대학 식품과학과
연세대학교 생활과학대학 식품영양학과*
차병원 내과**
연세대학교 의과대학 내과***

Relationship of Total Body Fat Content and Its Distribution to Carbohydrate Tolerance and Serum Lipids in Diabetics

Kim, Eun Kyeong · Lee, Ki Yull* · Kim, Yoo Lee** · Huh, Kap Bum***

Department of Food Science, Kang Nung National University

**Department of Food and Nutrition, Yonsei University*

***Department of Internal Medicine, Cha Women's Hospital*

****Department of Internal Medicine, Yonsei University*

ABSTRACT

In this study, the importance of body fat distribution as an indicator of metabolic aberrations in diabetics was evaluated. Skinfold thicknesses at eight sites and circumferences at five sites and total body fat content were measured on 105 diabetics.

1) The waist/thigh girth ratio(WTR) was positively correlated($r=0.38-0.54$) to plasma glucose levels during oral glucose loading in diabetic men alone.

2) There was no significant difference in serum total cholesterol of diabetics and nondiabetics. However, HDL-cholesterol was significantly lower($p=0.000$, in male and female) in diabetics(male : 36.31 ± 16.98 mg/dl, female : 37.89 ± 14.67 mg/dl) than nondiabetics(male : 61.75 ± 14.08 mg/dl, female : 62.29 ± 12.65 mg/dl) and serum triglyceride was significantly higher($p=0.0212$) in diabetic women(171.90 ± 76.61 mg/dl) than nondiabetic women(111.10 ± 42.84 mg/dl).

3) In both sexes, anthropometric measurements that significantly correlated to serum triglyceride concentration were percentage of ideal body weight, body mass index(BMI) and waist circumference. Positive and significant correlations were found between serum cholesterol, and BMI($R=0.31, 0.34$) and waist circumference($r=0.29$) in diabetic men. Moreover, skinfolds of trunk area($r=0.29 \sim 0.32$), especially abdomen, were closely associated with serum lipids than other fat deposits. Increasing percentage of total body fat content

접수일자 : 1991년 2월 4일

was accompanied by progressively increasing serum triglyceride concentration($r=0.41$) in dieabetic men.

This study shows that knowledge of body fat localization may help identify risks of carbohydrate intolerance and hyperlipidemia in diabetics.

KEY WORDS : serum lipid · carbohydrate intolerance · diabetes mellitus · body fat distribution.

서 론

최근 우리나라에서 급격히 증가하고 있는 당뇨병은^{1,2)} 인슐린의 절대적 또는 상대적 결핍으로 인하여 발생하는 대사성 질환으로서, 비만과 밀접한 관련이 있다³⁾⁴⁾. 비만증이란 체내에 지방이 과다하게 축적된 상태를 뜻하므로, 신장을 기준으로 한 표준 체중만으로는 비만을 정확히 판정할 수 없으며, 체내의 지방량과 근육량의 상대적 비율에 따라 구별되어야 함이 지적되고 있다⁵⁾. 당뇨병 발생에 있어서 이와같은 상대적인 체지방량이 영향을 줄 뿐 아니라, 체지방의 분포형태가 더욱 중요한 위험요인이 밝혀지고 있다⁶⁾⁷⁾. 즉, 신체중심부에 체지방이 축적된 비만형에서 중심지방의 증가, HDL-cholesterol 농도의 저하⁵⁾⁸⁾, 당뇨병 발생빈도의 증가⁹⁾ 등이 보고된 바 있다. 또한 견갑골 밑의 피하지방의 증가는 심장순환계 질병 및 당뇨병의 위험요인과 관련이 있는 것으로 보고되었다¹⁰⁾.

Ohlson등은¹¹⁾ 1967년에 허혈성 심질환의 위험요인 분석을 위하여 조사해 놓은 자료를 이용하여 이로부터 13.5년후 당뇨병의 발생률을 조사한 결과, 상체 비만자가 정상인의 약 15.2배나 된다고 보고하였다. 당뇨병은 장기간의 계속적인 식이요법과 치료를 필요로 하는 만성질환으로서 이에 동반되는 각종 합병증이 중요한 건강문제로 대두되고 있다. 특히 신과¹²⁾ 김등이¹³⁾ 보고하였듯이 당뇨병 환자의 혈청 지질농도의 상승은 혈관성 합병증의 위험을 가중시킨다.

체지방의 분포형태는 당대사에 영향을 끼칠뿐만 아니라 체내의 지질대사와도 관련이 있음이 연구되고 있다⁶⁾. 즉, 비만과 당뇨병은 심장, 순환계 질

병의 위험을 증가시키는 요소로 평가되고 있다. 51명의 인슐린 비의존성 당뇨병 환자를 대상으로 동맥경화증의 몇가지 위험요인들을 분석한 Gaal 등의¹⁴⁾ 연구에서, 상체비만의 지표로 이용되는 허리둘레/엉덩이둘레 비(waist/hip girth ratio, WHR)와 total cholesterol/HDL-cholesterol의 비간에 양의 상관관계가 있음이 보고되었다.

저자들은¹⁵⁾ 앞서의 연구에서 동일한 연령과 신체조건을 가진 92쌍의 당뇨병 환자군과 정상대조군을 비교한 결과, 체지방량 비율에 있어서는 유의적인 차이가 없었으나 근육량 비율은 남자 당뇨병 환자가 정상대조군보다 유의적으로 적었다($p=0.0019$). 한편 체지방분포에 있어서는, 당뇨병 환자군이 정상대조군보다 복부등 신체 중심부에 더 많은 체지방이 축적되어 있는 것으로 나타난 바 있다.

이에 본 연구에서는 체지방량 및 체지방 분포형태를 대변해 주는 각종 신체계측치와 당대사 및 혈청 지질농도와의 상관관계를 살펴보고자 하였다.

연구대상 및 방법

1. 연구대상

National Diabetes Data Group의¹⁶⁾ 기준에 따라 인슐린 비의존성 당뇨병으로 진단받아 연세대학교 의과대학 부속 세브란스 병원에 입원한 당뇨병 환자중 신질환이나 간질환이 없는 30세에서 75세까지의 환자 105명(남자 42명, 여자 63명)을 연구대상으로 하였다. 또한 내당검사등 위와같은 진단방법에 의해 건강하다고 판단된 40~70대의 45명의 정상인과 성별, 연령, 체중, 신장이 유사한

당뇨병 환자 23명을 대상으로, 두 group의 혈청 지질 농도를 비교하였다.

2. 연구방법

전체 당뇨병 환자를 대상으로 저자등¹⁵⁾의 앞서의 연구에서와 같은 방법으로 신장과 체중, 8부위의 피하지방 두께, 5부위 신체둘레, 총체지방량을 측정하였다. 내당검사를 위하여 검사전 3일이상을 당질 250g 이상의 충분한 식사를 하게 하였으며, 심한 운동이나 과음, 약물투여를 금한 정상 생활을 유지시켰다. 검사당일 아침 공복시(오전 8시) 채혈한 후, 75g 포도당을 경구 투여하고, 30분, 60분, 90분, 120분 후에 각각 채혈하여, 포도당 산화효소법으로 혈당농도를 측정하였다. 또한 당뇨병 환자와 정상인을 대상으로 공복시에 부정중 정맥에서 채혈한 후 혈청을 분리하여 이용하였다. 총 cholesterol과 중성 지방농도는 자동분석기를 이용하여 효소법으로 분석하였으며, HDL-cholesterol은 침전제를 이용하여 chylomicron, low density lipoprotein(LDL), very low density lipoprotein(VLDL)을 침전시킨후, 상층액에 있는 high density lipoprotein(HDL) 중에서 cholesterol을 다시 효소법으로 측정하였다.

3. 자료의 통계처리

본 연구자료는 SAS(Statistical Analysis System)를 이용하여 통계처리하였다. 체지방분포와 당대사 및 혈청 지질농도와와의 관계를 살펴보기 위하여 전체 당뇨병 환자를 대상으로 이들 사이의 상관관계(Pearson Correlation)를 남녀로 나누어 살펴 보았다. 이때 p=0.05 수준에서 유의적인 관계를 살펴 보았다. 또한 당대사와 유의적인 관계를 보인

허리둘레/허벅지 둘레의 비(waist/thigh)의 크기에 따라 남자 당뇨병 환자를 크게 4그룹으로 나누고 상위 1/4그룹과 1/4그룹의 내당검사 결과를 t-test로 비교하였다. 당뇨병 환자의 혈청지질 농도를 정상인과 비교하기 위하여 체지방 분포에 영향을 주는 요인들이 유사한 당뇨병 환자(23명)와 정상인(45명)을 대상으로 혈청지질 농도를 비교하였다(t-test).

결 과

1. 체지방 분포와 당대사와의 관계

본 연구의 조사대상이 된 당뇨병 환자의 일반 사항(Table 1)을 살펴보면, 비만도에 있어 남녀 간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 체형을 대변해 주는 신체둘레 상호간의 비와 내당검사 결과와의 상관성은 Table 2와 같다. 먼저 허리둘레/엉덩이 둘레의 비(waist/hip girth ratio, WHR)는 남녀모두 혈당농도와 어떠한 관련성도 보이지 않는 반면, 허리둘레/허벅지둘레의 비(waist/thigh girth ratio, WTR)는 남자에서만 75g 포도당을 경구 투여전(r=0.38), 포도당 투여 30분후(r=0.47), 60분후(r=0.52), 90분후(r=0.54), 120분후(r=0.42) 및 혈당농도의 합(r=0.47)과 비교적 높은 양의 상관관계를 보여주었다. 이러한 결과를 명확히 살펴보기 위하여 남자 당뇨병 환자를 WTR에 따라 4 group으로 분류하고, 이중 WTR이 가장 낮은 group과 가장 높은 group을 비교하였다. 그 결과, 두 group간에 연령, 당뇨병의 이병기간, 표준체중에 대한 현재 체중의 비율, 비만도(body mass index, BMI), 체지방비율(%) 및 근육량(%)

Table 1. Characteristics of total diabetic subjects

Characteristics	Male	Female	P-value
Number of subjects	42	63	
Age(yrs)	53.57± 6.87	52.22± 5.26	NS
Height(cm)	169.03± 5.63	157.01± 4.61	0.000
Body weight(kg)	70.83± 9.28	58.63± 7.57	0.000
% Ideal body weight	114.21± 13.16	114.78± 15.43	NS
Body mass index(kg/m ²)	24.77± 2.82	23.81± 3.04	NS

Values are means± S.D.

당뇨병 환자의 체지방 분포와 당대사 및 혈청지질 농도

Table 2. Pearson correlation coefficients of carbohydrate metabolic data with circumference ratios in diabetic subjects

	Male				Female			
	WHR	WTR	WCR	ATR	WHR	WTR	WCR	ATR
OGTT-basal	0.09	0.38 ⁺	0.08	0.25	-0.12	-0.16	-0.17	-0.23
OGTT- 30min	0.04	0.47*	0.07	0.23	-0.05	-0.10	-0.11	-0.24
OGTT- 60min	0.14	0.52*	0.14	0.29	-0.08	-0.11	-0.13	-0.18
OGTT- 90min	0.04	0.54*	0.23	0.40 ⁺	-0.10	-0.13	-0.12	-0.26
OGTT-120min	0.03	0.42 ⁺	0.11	0.40 ⁺	-0.02	-0.01	-0.02	-0.19
Sum of glucose	0.09	0.47*	0.12	0.34 ⁺	-0.08	-0.09	-0.11	-0.21
Fasting sugar	0.06	0.13	0.19	0.11	-0.06	-0.02	0.01	-0.06
2-hr PP sugar	0.21	0.20	0.26	0.05	-0.06	0.05	0.08	0.06

*p<0.01 + p<0.05

2-hr PP blood sugar : 2-hr postprandial blood sugar

WHR, waist/hip ; WTR, waist/thigh ; WCR, waist/calf ; ATR, arm/thigh

Table 3. Comparison of anthropometric measurement between two groups different in waist/thigh ratio (WTR) in diabetic subjects

	Low WTR	High WTR	P-value
Male			
Number of subjects	21	21	
Age(yrs)	47.61±12.62	51.37± 8.67	NS
Duration of D.M.(yrs)	6.14± 5.82	5.11± 4.68	NS
% Ideal body weight	103.66±13.12	107.98±15.08	NS
Body mass index(kg/m ²)	22.65± 2.97	23.41± 3.17	NS
Body weight(kg)	67.11±11.20	66.72± 9.47	NS
% Body fat	19.05± 3.43	21.24± 3.97	NS
% Body muscle mass	34.60± 3.03	32.92± 3.50	NS
Waist(cm)	83.42± 7.50	89.73± 7.50	0.0105
Thigh(upper)(cm)	60.14± 6.18	53.80± 4.83	0.0007
Waist/Thigh ratio	1.39± 0.05	1.67± 0.07	0.0001
Female			
Number of subjects	35	35	
Age(yrs)	46.60±11.89	60.59± 7.05	0.0001
Duration of D.M.(yrs)	4.85± 5.61	8.21± 6.78	0.0298
% Ideal body weight	109.72±18.11	117.43±13.38	0.0481
Body mass index(kg/m ²)	22.81± 3.66	24.09± 2.69	NS
Body weight(kg)	56.46± 9.24	57.84± 7.92	NS
% Body fat	26.61± 3.01	27.81± 3.81	NS
% Body muscle mass	28.48± 3.07	30.04± 3.36	NS
Waist(cm)	83.81± 9.35	94.40± 6.92	0.0001
Thigh(upper)(cm)	56.44± 4.84	50.63± 3.69	0.0001
Waist/Thigh ratio	1.47± 0.07	1.87± 0.05	0.0001

Values are meas± S.D.

Low WTR subjects in the lowest quartile of WTR, male : 1.27~1.46, female : 1.22~1.55

High WTR subjects in the highest quartile of WTR, male : 1.59~1.90, female : 1.79~2.01

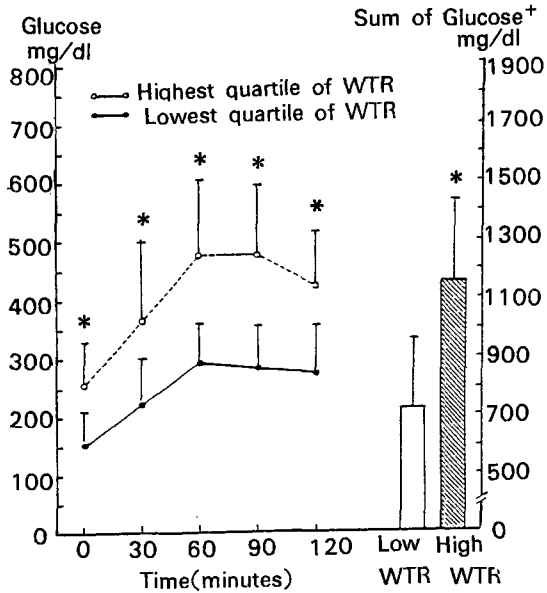


Fig. 1. Plasma glucose levels during oral glucose loading in 12 diabetic men with low waist/thigh ratio(WTR) and 6 diabetic men with high WTR.

*Significant differences between corresponding means of the two groups

+Sum of fasting, 1-hr and 2-hr blood glucose levels of OGTT

에는 유의적인 차이가 없었으나(Table 3), 내당 검사 결과는 WTR이 높은 group이 WTR이 낮은 group보다 유의적으로 높았다(Fig. 1).

2. 혈청지질농도

성별, 연령, 체중, 신장이 유사한(Table 4) 당뇨병 환자와 정상인의 혈청지질 농도를 비교한

결과는 Table 5와 같이 나타났다. 남녀모두 총 cholesterol 농도는 두 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, HDL-cholesterol 농도는 당뇨병 환자가 정상인보다 유의적으로 낮았으므로(p=0.000), 동맥경화증 예방의 지표로 이용되는 HDL-cholesterol/total cholesterol의 비 역시 당뇨병 환자가 정상인보다 유의적으로 낮았다. 또한 중성지방 농도는 여자에서만 당뇨병 환자(171.90±76.61 mg/dl)가 정상인(111.10±42.84mg/dl)보다 유의적으로 높게 나타났다(p=0.000).

3. 체지방량 및 체지방 분포와 혈청지질 농도와의 관계

혈청지질 농도와 각종 신체둘레 및 이들의 상대적인 비와의 관계는 Table 6과 같다. 당뇨병 환자의 중성지방 농도는 남녀모두, 표준체중에 대한 현재 체중의 비율(% IBW), body mass index (BMI) 및 허리둘레와 양의 상관성을 보여주었으며(r=0.22~0.32), 엉덩이둘레(r=0.29)와 허벅지둘레(r=0.34)는 남자에서만 중성지방 농도와 양의 상관관계를 나타냈다. 또한 남자 당뇨병 환자의 cholesterol 농도는 허리둘레(r=0.29) 및 팔둘레(r=0.30)와도 양의 상관관계를 보여주었다. 그밖에 HDL-cholesterol 농도는 이들 신체계측치와 미약한 음의 상관성을 보여줄 뿐이었다.

또한 당뇨병 환자의 혈청지질 농도와 피하지방 두께와의 상관관계를 살펴보면, 중성지방 농도는 신체 몸통부위의 피하지방 두께(견갑골밑, 장골위, 늑골밑, 복부)의 평균으로 계산된 중심성 체지방과 남녀각각 r=0.32, r=0.23의 양의 상관성을 나타

Table 4. Comparison of characteristics of diabetic and nondiabetic subjects

	Male			Female		
	Diabetic	Nondiabetic	P-value	Diabetic	Nondiabetic	P-value
Number of subejcts	13	24		10	21	
Age(yrs)	54.26± 6.24	53.85± 5.82	NS	49.86± 3.99	50.00± 3.79	NS
Height(cm)	169.41± 2.91	169.67± 3.51	NS	155.83± 4.81	155.69± 4.49	NS
Body weight(kg)	69.39± 6.48	69.30± 6.13	NS	57.50± 5.40	57.65± 5.72	NS
% Ideal body weight	111.01± 8.30	110.55± 8.20	NS	115.13± 13.02	115.38± 11.35	NS
BMI(kg/m ²)	24.15± 1.85	24.06± 1.78	NS	23.72± 2.35	23.78± 2.17	NS

Values are means± S.D.

당뇨병 환자의 체지방 분포와 당대사 및 혈청지질 농도

Table 5. Comparison of serum lipids between diabetic and nondiabetic subjects

	Diabetic	Nondiabetic	P-value
Male			
Number of subjects	13	24	
Total cholesterol(mg/dl)	187.50± 22.58	185.17± 27.12	NS
HDL-cholesterol(mg/dl)	36.31± 16.98	61.75± 14.08	0.000
LDL-cholesterol(mg/dl)	110.11± 31.03	96.06± 23.86	NS
Triglyceride(mg/dl)	192.92± 111.98	136.79± 47.51	NS
HDL-C/CHOL	0.20± 0.10	0.34± 0.07	0.000
Female			
Number of subjects	10	21	
Total cholesterol(mg/dl)	198.90± 16.05	185.19± 26.28	NS
HDL-cholesterol(mg/dl)	37.89± 14.67	62.29± 12.65	0.000
LDL-cholesterol(mg/dl)	122.49± 36.35	100.69± 27.33	NS
Triglyceride(mg/dl)	171.90± 76.61	111.10± 42.84	0.0212
HDL-C/CHOL	0.20± 0.09	0.34± 0.07	0.000

Values are means± S.D.

HDL-C, HDL-cholesterol ; CHOL, Total cholesterol

났다. 특히 신체상부의 피하지방 두께 중에서도 복부의 피하지방 두께와의 상관관계가 매우 높았으며(남녀 모두 $r=0.29$), 남자에서는 견갑골밑의 피하지방 두께와의 상관관계가 $r=0.36$ 으로 가장 높았다. 한편 cholesterol 농도는 남자에서만 견갑골밑($r=0.28$), 복부($r=0.29$), 삼두박근($r=0.30$) 및 허벅지($r=0.29$)의 피하지방 두께와도 양의 상관관계를 보였으며, HDL-cholesterol 농도는 주로 팔과 다리의 피하지방 두께(삼두박근과 종아리)와 양의 상관관계를 보였다. 이처럼 중성지방 농도는 신체둘레 상호간의 비(ratio)보다는 신체둘레 그 자체와 양의 상관관계를 나타냈다.

한편 남자 당뇨병 환자의 총체지방량이나 상대적인 체지방 비율(%)은 비만 평가시 흔히 이용되는 지표들(% IBW, BMI)보다, 혈청지질 농도와 높은 양의 상관관계(각각 $r=0.41$, $r=0.43$)를 보였다(Table 6). 전체 당뇨병 환자중에서 체지방량 비율이 가장 높은 상위 1/4 group과 체지방량 비율이 가장 낮은 1/4 group의 혈청지질 농도를 비교한 결과는 Table 7과 같다. 남자 환자의 경우, 두 group간에 중성지방이나 cholesterol 농도에는 유의적인 차이가 없었으나, HDL-cholesterol 농도는 체지방량이 많은 group이 유의적으로 더 낮게

나타나($p=0.0374$), HDL-cholesterol/total cholesterol의 비 역시 유의적으로 낮았다($p=0.0094$).

고 찰

본 연구에서 당뇨병 환자의 내당검사 결과와 신체둘레의 비와의 상관관계를 분석해 본 결과(Table 2), 남자에서만 WTR 및 ATR과 양의 상관성을 보여주었다. 이와 비슷한 외국의 연구들을 살펴보면 WHR이 당뇨병의 가장 좋은 predictor로 지적된 바 있는데¹⁷⁾¹⁸⁾, 이와같은 차이는 외국인과의 체형의 특징 및 비만도의 차이로 설명할 수 있다. 즉, 외국의 연구대상자들을 보면 표준체중에 대한 현재체중의 비율의 범위가 90~250%로 본 연구대상자에 비해 비만자가 월등히 많으며, 허리나 엉덩이 둘레 역시 본 연구대상자보다 훨씬 굵다⁸⁾. 특히 우리나라에서는 비만형 당뇨병에 못지않게 영양실조형 당뇨병(malnutrition related diabetes mellitus, MRDM)도 상당수를 차지하고 있음이 허와¹⁹⁾ 허등에²⁰⁾ 의해 보고된 바 있다. 그들에 따르면, 지금까지 영양실조형 당뇨병은 열대지역에만 발생되는 것으로 알려져 왔으나, 온대지역에 속하는 우리나라의 비비만형 당뇨병

Table 6. Pearson correlation coefficients of anthropometric parameters with serum lipids in diabetic subjects

Sex	Male				Female			
	TG	CHOL	HDL-C	HDL-C/ CHOL	TG	CHOL	HDL-C	HDL-C/ CHOL
Body weight	0.24	0.19	0.14	0.06	0.16	-0.07	-0.00	0.03
% Ideal body weight	0.29 ⁺	0.32	0.03	-0.12	0.23 ⁺	-0.16	-0.04	0.03
BMI(kg/m ²)	0.30 ⁺	0.31 ⁺	0.06	-0.09	0.22 ⁺	-0.14	-0.03	0.03
BMI(kg/m ³)	0.30 ⁺	0.34 [*]	-0.01	-0.16	0.24 ⁺	-0.16	-0.04	0.03
Circumference								
Waist	0.32 ⁺	0.29 ⁺	0.11	-0.06	0.26 ⁺	-0.06	0.00	0.02
Hip	0.29 ⁺	0.24	0.12	-0.01	0.20	-0.01	0.06	0.08
Arm	0.13	0.30 ⁺	0.11	-0.06	0.19	-0.00	0.09	0.08
Thigh(upper)	0.34 ⁺	0.22	0.04	-0.09	0.10	-0.10	0.03	0.06
Thigh(media)	0.24	0.26	0.12	-0.05	0.00	-0.12	0.10	0.16
Calf	0.17	0.15	0.25	0.14	0.22	0.03	0.08	0.06
Circumference ratios								
Waist/Hip	0.14	0.15	-0.01	-0.09	0.19	-0.07	-0.07	-0.05
Waist/Thigh	-0.12	0.00	0.06	0.07	0.17	0.07	-0.02	-0.03
Waist/Calf	0.08	0.09	-0.19	-0.19	0.03	-0.05	-0.07	-0.02
Arm/Thigh	-0.25	0.12	0.09	0.01	0.12	0.09	0.06	0.24
Central fat	0.32 ⁺	0.24	0.24	0.13	0.23 ⁺	0.01	0.06	0.05
Subscapular	0.36 [*]	0.28 ⁺	0.17	-0.00	0.06	-0.01	0.22	0.19
Suprailiac	0.29 ⁺	0.16	0.18	0.07	0.26 ⁺	0.10	0.08	0.03
Subcostal	0.20	0.23	0.12	-0.04	0.16	0.13	0.10	0.04
Abdomen	0.29 ⁺	0.29 ⁺	0.22	0.09	0.29 [*]	-0.10	-0.10	0.00
Peripheral fat	0.29 ⁺	0.31 ⁺	0.27	0.06	0.05	0.00	-0.01	0.04
Forearm	0.31 ⁺	0.18	0.13	-0.02	0.11	0.16	0.10	0.01
Triceps	0.26	0.30 ⁺	0.28 ⁺	0.07	0.08	-0.02	0.03	0.06
Femoral	0.27	0.29 ⁺	0.13	-0.03	-0.04	0.05	0.00	-0.01
Calf	0.08	0.19	0.33 ⁺	0.20	0.09	0.00	-0.11	-0.05
Sum of skinfolds	0.32 ⁺	0.25	0.26	0.14	0.18	0.02	0.03	0.02
Central/Peripheral fat	0.09	0.10	0.12	0.16	0.11	-0.01	0.07	0.07
Subscapular/Triceps	0.03	-0.06	-0.16	-0.07	-0.03	0.06	0.23 ⁺	0.15
% Body fat	0.41 ⁺	0.08	-0.18	-0.32	0.04	-0.15	-0.11	-0.14
% Body muscle mass	-0.18	0.09	-0.10	-0.16	-0.03	0.06	0.05	-0.00
Body fat(kg)	0.43 ⁺	0.12	-0.09	-0.20	0.13	-0.11	-0.10	-0.15
Lean body mass(kg)	0.21	0.11	0.10	0.09	0.20	0.01	0.03	-0.01
Body muscle mass(kg)	0.03	0.17	0.04	-0.05	0.13	0.03	0.06	0.02

*p<0.01 +p<0.05

TG, triglyceride; CHOL, cholesterol; HDL-C, HDL-cholesterol; HDL-C/CHOL, HDL-cholesterol/Cholesterol ratio

당뇨병 환자의 체지방 분포와 당대사 및 혈청지질 농도

Table 7. Comparison of serum lipids between two groups different in percentage of body fat in diabetic subjects

Serum lipids	Male			Female		
	Low % fat	High % fat	P-value	Low % fat	High % fat	P-value
Number of subjects	29	12		39	15	
Triglycerides(mg/dl)	158.32± 92.70	181.10± 52.99	NS	150.08± 69.99	182.54± 87.17	NS
Cholesterol(mg/dl)	173.97± 26.77	180.42± 17.12	NS	200.54± 25.33	190.00± 22.28	NS
HDL-cholesterol(mg/dl)	39.86± 13.01	31.20± 9.58	0.0373	43.29± 13.35	39.92± 6.73	NS
HDL-C/Cholesterol	0.23± 0.08	0.17± 0.05	0.0094	0.22± 0.06	0.22± 0.05	NS

Values are mean± S.D.

Low % fat, subjects in the lowest quartile of % body fat, male : 12.7~18.1, female : 14.0~25.0

High % fat, subjects in the highest quartile of % body fat, male : 21.6~31.3, female : 28.8~38.0

환자 가운데에도 이와같은 MRDM이 상당수를 차지한다고 하였다. 이처럼 비만도나 체형-특히 엉덩이 둘레-에 있어서 서구인과 커다란 차이를 보이고 있으므로, WHR보다는 WTR이 당대사 손상의 정도를 예측하는데 더욱 적합한 것으로 나타났다. 또한 복부는 신체에서 가장 많은 체지방이 축적되는 반면, 허벅지는 주로 운동에 의한 근육량을 대변해 주는 대표적인 부위중의 하나이므로 이들 부위 둘레들의 상대적인 비는 신체조성을 간접적으로 예측하는 수단으로 적당하다고 할 수 있다.

체지방의 주된 축적부위는 포도당과 지질대사의 손상을 예측-진단하는데 중요한 수단(tool)이 될 수 있다고 보고되고 있다⁶⁾⁸⁾²¹⁾. 또한 지방세포의 형태학적 차이 및 크기는 고중성지방혈증(hypertriglyceridemia) 뿐만 아니라 공복시 및 식사후의 과인슐린혈증(hyperinsulinemia) 및 혈당과 밀접한 관련이 있음이 보고된 바 있다²²⁻²⁵⁾. 특히 지방세포의 반응성은 신체부위별로 차이가 있음이 지적되었다. 즉, 복부의 확장된 지방세포는 포도당 투여후의 glucose area 및 insulin area와 양의 상관관계를 가짐으로써 불내당성의 가능성을 높여 주는 반면, 허벅지의 지방세포는 α-adrenergic receptor 활성의 증가 또는 β-adrenergic receptor 활성의 감소(또는 이 두가지 모두)로 인하여 epinephrine에 의한 지방분해 및 c-AMP에 대하여 저항성을 가지게 되므로 당대사 또는 지질대사의 손상에 영향을 주지 않는다는 것이다²⁶⁾. 그러므로 복부의 지방세포는 허벅지의 지방세포보다 중성

지방의 저장과 방출을 증가시키는 자극에 민감하다²⁷⁾. 따라서 허벅지에 주로 지방이 축적된 하체 비만에서는, 복부등에 주로 지방이 축적된 상체 비만에서 흔히 나타나는 과인슐린혈증 및 과중성 지방혈증이 나타나지 않음이 보고되었다⁶⁾.

본 연구에서 혈당농도와 관련성이 WHR보다는 WTR과 더 높게 나타난 것도 이와 관련된 것으로 생각된다. 그러나 이와같은 관련성은 남자 당뇨병 환자에서만 나타나 포도당 내당검사 결과와 r=0.30~0.52의 상관계수를 나타냈으며(Table 2), WTR을 기준으로 나눈 상위 1/4 group과 하위 1/4 group간에 내당 검사결과의 뚜렷한 차이를 보여주었다(Fig. 1). 이와같은 비교시 본 연구에서는 대상자의 수가 제한되었으나, 앞으로 대상자 수를 증가시키므로써 성별간의 차이의 원인을 찾아낼 수 있을 것으로 보인다.

최근 우리나라에서도 당뇨병 환자의 증가와 함께 이들의 혈관 합병증의 양상에도 변화가 오고 있다. 즉 종래에는 비교적 빈도가 적다고 생각되어 오던 동맥경화성 심질환과 뇌혈관 장애가 점차 증가하고 있어 주목을 받고 있다¹²⁾. 본 연구에서 보듯이(Table 5) 정상인에 비하여 당뇨병 환자의 총 cholesterol 농도의 증가와 HDL-cholesterol 농도의 감소는 2차적 고지혈증과 동맥경화증등 혈관계 합병증의 중요한 위험요인이 되고 있다. 이와같은 혈청지질 농도의 변화에는 체지방의 분포가 영향을 미침이 보고되었다¹⁷⁾. 그밖에 Haffner 등도⁸⁾ 비슷한 결과를 보여주었으나, 본 연구에서는 허리둘레, 엉덩이 둘레 그 자체와 양의 상관성을

보여주었다. 특히 허리둘레에는 체내에서 가장 많은 지방이 축적된 복부의 피하지방 뿐만 아니라, 복강내의 지방량까지도 반영되어 있으므로, 당대사와 지질대사 이상의 좋은 지표가 될 수 있을 것으로 보인다.

본 연구결과에 따르면, 체지방량(%)이나 체지방 분포가 당대사 또는 혈청지질 농도에 미치는 영향은 남녀간에 커다란 차이를 보여주고 있다. 일찌기 Vague²⁸⁾ 비만을 상체에 체지방이 축적된 "android(male)형"과 "gynoid(female)형"으로 분류한 바 있다. 이것은 남성이 생리적으로 체지방 분포에 있어서 여성보다 구심성 경향이 강함을 보여주는 것으로, Krotkiewski등은⁶⁾ 체중에서 체지방이 차지하는 상대적 비율 및 체지방의 몸통 부위로의 이동(즉, 이와 관련된 지표들의 증가율)이 동일하다고 할지라도 남성은 여성보다 민감하다고 지적하고 있다.

이상과 같이 당뇨병 환자의 체지방량과 그 분포는 당대사 및 지질대사에 영향을 주는 것으로 나타났으며, 그 양상은 구미지역의 보고와 다소 차이가 있었다. 따라서 우리나라 당뇨병 환자에 있어서 이들 사이의 관련성을 보다 구체적으로 규명할 수 있는 세부적인 연구가 필요하다.

또한 caliper를 이용한 피하지방 두께의 측정은 피하지방만을 나타낼 뿐, 이보다 대사적으로 더욱 활발한 장기내 지방량은 반영하지 못한다는 제한점을 가지고 있다. 반면 Ashwell등은²⁹⁾ CT에 의해 측정된 복강내 지방/복강외 지방(피하지방)의 비가 대사상의 손상을 예측할 수 있는 가장 좋은 지표라고 하였다. 따라서 앞으로는 지금까지 연구되어온 각종 CT 측정방법을 활용하여³⁰⁻³³⁾ 정상인과 당뇨병 환자의 체지방 분포에 대한 각각적인 연구가 계속되어야 할 것으로 생각된다.

결 론

당뇨병 환자에서 체지방량 및 그 분포가 당대사 및 혈청지질 농도에 미치는 영향을 살펴보기 위하여, 세브란스 병원에 입원한 당뇨병 환자 105명을 대상으로 본 연구를 시행하여 다음과 같은

결과를 얻었다.

1) 남자 당뇨병 환자의 허리둘레/허벅지둘레의 비(WTR)와 팔둘레/허벅지둘레의 비(ATR)는 내당검사 결과와 양의 상관관계를 보였다($r=0.34\sim 0.52$). 따라서 WTR이 높은 group(상위 25%)은 WTR이 낮은 group(하위 25%)보다 경구당 투여 후의 혈당농도가 유의적으로 높았다($p<0.05$).

2) 성별, 연령, 체중, 신장이 유사한 당뇨병 환자와 정상인의 혈청지질 농도를 비교한 결과 중성지방 농도는 여자에서만, 당뇨병 환자가 정상인보다 유의적으로 높았으나, HDL-cholesterol 농도는 남녀모두 당뇨병 환자가 유의적으로 낮아, HDL-cholesterol/total cholesterol의 비 역시 정상인보다 당뇨병 환자에서 유의적으로 낮았다.

3) 당뇨병 환자의 혈청지질 농도와 신체계측치와의 상관관계는 여자보다 남자에서 뚜렷하였다. 즉 남자의 중성지방 농도는 표준체중에 대한 현재 체중의 비율(% IBW) 및 비만도(BMI)와 양의 상관관계($r=0.29\sim 0.34$)를 보였으나, 여자에서는 중성지방 농도만이 이와같은 상관관계를 보였다. 또한 중성지방농도는 남녀모두 허리둘레와 양의 상관관계를 가지고 있었으며 피하지방 두께중에서는, 남자는 견갑골밑의 피하지방 두께와($r=0.36$), 여자는 복부의 피하지방 두께와($r=0.29$) 양의 상관성을 나타냈다. 특히 총체지방량과 중성지방 농도와의 양의 상관관계($r=0.40$)는 남자에서만 볼 수 있었다.

이상의 결과로부터 체지방분포를 대변해 주는 각종 신체계측치가 당뇨병 환자의 당대사 또는 지질대사의 이상을 예측해 줄 수 있으리라 기대된다. 따라서 우리나라 사람의 체형에 가장 적합한 신체계측을 이용한 체지방 분포의 평가방법 및 그 작용기전에 관한 연구가 필요할 것으로 생각된다.

Literature cited

- 1) 민현기, 유형준, 이흥규, 김웅진. Changing patterns of the prevalence of diabetes mellitus in Korea. 당뇨병 6 : 1, 1981
- 2) 이광우, 손호영, 강성구, 방병기, 박주호, 민병석.

- 한국인 18,201명에서 당뇨병과 관련 질병에 관한 연구. 당뇨병 8 : 5, 1984
- 3) O'Sullivan JB. Body weight and subsequent diabetes mellitus. *JAMA* 248 : 949, 1982
 - 4) Knowler WC, Pettitt DJ, Savage PJ. Diabetes incidence in Pima Indians : Contribution of obesity and parental diabetes. *Am J Epidemiol* 113 : 144, 1981
 - 5) Després J, Allard C, Tremblay A, Talbot J, Bouchard C. Evidence for a regional component of body fatness in the association with serum lipids in men and women. *Metabolism* 34 : 967, 1985
 - 6) Krotkiewski M, Björntorp P, Sjöström L, Smith U. Impact of obesity on metabolism in men and women. Importance of regional adipose tissue distribution. *J Clin Invest* 72 : 1150, 1983
 - 7) Hartz AJ, Rupley D, Kalkhoff PK, Rimm AA. Relationships of obesity to diabetes : Influence of obesity level and body fat distribution. *Prev Med* 12 : 351, 1983
 - 8) Haffner SM, Stern MP, Hazuda HP, Pugh J, Patterson JK. Do upper-body and centralized adiposity measure different aspects of regional body fat distribution ? Relationship to non-insulin-dependent diabetes mellitus, lipids, and lipoproteins. *Diabetes* 36 : 43, 1987
 - 9) Joos SK, Mueller WH, Hanis CL, Schull WJ. Diabetes Allet Study : Weight history and upper body obesity in diabetic and non-diabetic Mexican American adults. *Ann Hum Biol* 11 : 167, 1984
 - 10) Butler WJ, Ostrander LD, Carnan WJ, Lamphiear DF. Diabetes mellitus in Tecumseh, Michigan. Prevalence, incidence, and associated conditions. *Am J Epidemiol* 116 : 971, 1982
 - 11) Ohlson LD, Svärdsudd LK, Welin L, Eriksson H, Wilhelmsen L, Björntorp P, Tibblin G. The influence of body fat distribution on the incidence of diabetes mellitus. 13.5 years of follow-up of the participants in the study of men born in 1913. *Diabetes* 34 : 1055, 1985
 - 12) 신순현. 한국인 당뇨병 환자의 혈청지질에 관한 연구. 당뇨병 4(1) : 1, 1980
 - 13) 김웅진, 신순현, 김영진. 한국인 당뇨병 환자의 총지질량과 성별, 연령, 혈당량과 몸무게 및 혈관 합병증과의 관계. 당뇨병 2 : 13, 1979
 - 14) Gaal LV, Rillaerts E, Creten W, Leeuw ID. Relationship of body fat distribution pattern to atherogenic risk factors in IDDM. Preliminary result. *Diabetes Care* 11 : 103, 1988
 - 15) 김은경, 이기열, 김유리, 허갑범. 당뇨병 환자의 체지방량 및 체지방 분포에 관한 연구. 한국영양학회지 23(4) : 257, 1990
 - 16) National Diabetes Data Group. Classification and diagnosis of diabetes mellitus and other categories of glucose intolerance. *Diabetes* 28 : 1039, 1979
 - 17) Kalkhoff RK, Hartz AH, Rupley D, Kissebah AH, Kelber S. Relationship of body fat distribution to blood pressure, carbohydrate tolerance, and plasma lipids in healthy obese women. *J Lab Clin Med* 102 : 621, 1983
 - 18) Evans DJ, Murray R, Kissebah AH. Relationship between skeletal muscle insulin resistance, insulin-mediated glucose disposal, and insulin binding ; effects of obesity and body fat topography. *J Clin Invest* 74 : 1515, 1984
 - 19) 허갑범. 영양실조형 당뇨병. 대한내과협회지 30(7) : 744, 1987
 - 20) 허갑범, 김현만, 임승길, 이은직, 김도영, 김경래, 이현철. 한국인에서의 비전형적 당뇨병. 대한내과학회잡지 33(6) : 762, 1987
 - 21) Feedman DS, Srinivasan SR, Burke GL, Shear CL, Smoak CG, Harsha DW, Webber LS, Berenson GS. Relation of body fat distribution to hyperinsulinemia in children and adolescents : The Bogalusa Heart Study. *Am J Clin Nutr* 46 : 403, 1987
 - 22) Sjöström L. Adult human adipose tissue cellularity and metabolism. *Acta Med Scand*(Suppl.)544 : 1, 1972
 - 23) Krotkiewski M, Sjöström L, Björntorp P, Smith U. Regional adipose tissue cellularity in relation to metabolism in young and middle-aged women. *Metabolism* 24 : 703, 1975
 - 24) Stern J, Batchelor B, Hollander N, Cohn C, Hirsch J. Adipose cell size and immunoreactive insulin levels in obese and normal weight adults. *Lancet* 2 : 948, 1972
 - 25) Björntorp P, Sjöström L. Number and size of adipose tissue fat cells in relation to metabolism in

- human obesity. *Metabolism* 20 : 702, 1971
- 26) Burns TW, Langley PE. Lipolysis by human adipose tissue : the role of cyclic 3', 5'-adenosine monophosphate and adrenergic receptor sites. *J Lab Clin Med* 75 : 983, 1970
- 27) Smith U, Hammarsten J, Bjorntorp P, Kral J. Regional differences and effect of weight reduction on human fat cell metabolism. *Eur J Clin Invest* 9 : 327, 1979
- 28) Vague J. The degree of masculine differentiation of obesities : a factor determining predisposition to diabetes, atherosclerosis, gout and uric calculous disease. *Am J Clin Nutr* 4 : 20, 1956
- 29) Ashwell M, Cole TJ, Dixon AK. Obesity : new insight into the anthropometric classification of fat distribution by computerized tomography. *Br Med J* 291 : 1692, 1985
- 30) Shuman WP, Morris LLN, Leonetti DL, Wahl PW, Mocerri VM, Moss AA, Fujimoto WY. Abdominal body fat distribution detected by computed tomography in diabetic men. *Inv Radiol* 21(6) : 484, 1986
- 31) Enzi G, Gasparo M, Biondetti PR, Fiore D, Semisa M, Zurlo F. Subcutaneous and visceral fat distribution according to sex and overweight, evaluated by computed tomography. *Am J Clin Nutr* 44 : 739, 1986
- 32) Dixon AK. Abdominal fat assessed by computed tomography : sex difference in distribution. *Clin Radiol* 34 : 189, 1983
- 33) Grauer W, Moss AA, Cann CE, Goldberg HI. Quantification of body fat distribution in the abdomen using computed tomography. *Am J Clin Nutr* 39 : 631, 1984