

## 당뇨병환자의 체지방량 및 체지방분포에 관한 연구

김은경 · 이기열 · 김유리\* · 허갑범\*\*

연세대학교 생활과학대학 식품영양학과

연세대학교 의과대학 내과\*\*

차 병 원 내과\*

### Body Fat Content and Its Distribution in Diabetics

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

*Department of Food & Nutrition, Yonsei University*

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

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

#### ABSTRACT

We designed this study to compare the total body fat content and its distribution of diabetics with those of normal subjects. Skinfold thicknesses at eight sites(subscapular, subcostal, abdomen, suprailiac, triceps, forearm, thigh and calf) and body circumferences at five sites(waist, hip, arm, thigh and calf) were measured on 220 diabetics(82 male, 138 female) and on 160 nondiabetic subjects(male 57, female 103). We matched 92 pairs with diabetics and nondiabetic control subjects by sex, age, body weight and height, and made comparisons between two groups(case-control study).

The results were as follows :

1) There was no significant difference in total body fat content of diabetics and control (male :  $20.40 \pm 2.12\%$ ,  $19.20 \pm 3.52\%$ , female :  $26.46 \pm 2.53\%$ ,  $27.01 \pm 2.92\%$ , respectively). However, body muscle mass(%) in diabetic men( $33.37 \pm 4.19\%$ ) was significantly lower than in nondiabetic men( $38.16 \pm 7.11\%$ ).

2) Diabetics, especially women, were characterized by more central body fat than control. That is, indices of centrality of body fat distribution(subscapular/triceps skinfold : STR, central/peripheral fat : CPR) of diabetics were higher than those of control.

3) Body weight, body mass index and %IBW(current body weight  $\times$  100/ideal body weight) had negative correlations with duration of diabetes( $r = -0.23 \sim -0.33$ ), but total body fat content(%) and indices of body fat distribution, such as STR, CPR, waist/hip girth ratio(WHR), and waist/thigh girth ratio(WTR), were not related to duration of diabetes.

KEY WORDS : body fat content · body fat distribution · diabetes · skinfold thickness · body circumference.

## 서 론

오늘날 생활수준의 향상은 '비만' 인구의 증가라는 심각한 사회적 문제를 가져오게 하였다. 남녀 모두에 있어서 비만은 과인슐린혈증, 당뇨병의 위험요인의 증가, 혈중 지질과 혈압의 상승등과 같은 여러가지 대사의 손상을 초래케 한다<sup>1)2)</sup>.

비만을 분류하는데는 지방세포의 특징에 따른 분류가 있고, 1953년 Vague<sup>3)</sup>가 처음으로 제시한 체지방 분포 형태에 따른 분류가 있다. Vague는 주로 허리 윗부분에 과량의 지방이 축적된 상체비만증이 엉덩이나 허벅지 등에 지방이 축적된 하체비만증보다 당뇨병, 동맥경화증, 통풍, 요산결석 등의 대사장애에 질병발생과 더욱 밀접한 관계가 있다고 하였다<sup>4)</sup>. 930명의 비만 남녀를 대상으로 한 연구에서도<sup>5)</sup> 과량의 체지방이 지질과 당대사에 미치는 영향은 복부비만형에서 더욱 민감한 것으로 나타났다.

당뇨병과 비만과의 관계에 관한 연구에서도, 비만을 체지방 분포 유형에 따라 구별하려는 시도가 이루어지고 있다. Kissebah등<sup>6)</sup>은 당뇨병의 증세가 없는 비만 여성들 중에서도 상체비만이 하체비만보다 내당성(glucose tolerance)의 손상이 크고 과인슐린혈증의 경향을 보였다고 하였다. Krotkiewski등<sup>5)</sup>과 Kissebah등<sup>6)</sup>은, 상체비만증은 지방세포 크기의 증가와 관련이 있으며 하체비만증은 지방세포 수의 증가와 관련이 있다고 하였다. 이와 관련하여 Björntorp<sup>7)</sup>은 복부비만과 인슐린 비의존성 당뇨병(non-insulin dependent diabetes mellitus, NIDDM)발생에 관한 논문에서, 복부비만시 insulin 저항성이 더욱 뚜렷하다고 하였다.

Freedman등<sup>8)</sup>은 성인이 되어서 과인슐린혈증의 가능성이 있는 어린이의 진단 및 지도의 한 방법으로서 체지방 분포 유형을 이용할 수 있다고 하였다. 즉, 355명의 흑인 및 백인 학동기 어린이를 대상으로 경구 당 투여(oral glucose load) 1시간 후의 insulin 반응을 조사해 본 결과, 말초성 체지방보다는 중심성 체지방과 양의 상관관계를 보였다. 따라서, 어린이의 체지방 축적 부위에 대한

조사는 당뇨병 위험인자를 가진 어린이의 발견 및 당뇨병의 예방에 중요한 자료가 된다고 하였다.

이상에서 살펴보았듯이 당뇨병 환자에서 체지방량-특히 체지방 분포 형태가 중요한데도 불구하고, 우리나라에서 이에 관한 연구는 거의 없는 실정이며, 조등<sup>9)</sup>의 당뇨병 환자의 체중변화에 관한 연구가 있을 뿐이다. 또한 지금까지의 당뇨병 환자의 체지방에 관한 외국의 연구들도 밀도법에 의한 체지방량 측정의 어려움으로 인하여 총체지방량보다는 체지방 분포에 관한 연구에 국한되어 있다<sup>10)-15)</sup>.

따라서 본 연구에서는 당뇨병 환자와 정상건강인의 체지방량 및 체지방 분포를 비교하고, 당뇨병의 이환기간이 증가함에 따라 당뇨병 환자의 체형 및 체지방 분포가 어떻게 변화하는지 알아봄으로써, 당뇨병 환자의 체형유지 및 개선의 자료를 마련하고자 하였다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상자

당뇨병환자는 신촌 세브란스 병원에 입원 또는 병원의 특수진료소에서 정기진찰을 받는 16세에서 78세까지의 환자 220명(남자 82명, 여자 138명)을 대상으로 하였다. 한편 정상인은 혈당검사를 통하여 당뇨병 증세가 없음이 확인된 16세에서 76세까지의 건강한 남녀 160명(남자 57명, 여자 103명)을 대상으로 하였다.

### 2. 연구방법

전체 연구대상자에 대하여 입원복이나 속옷등 간단한 옷만을 입고, 식사와 식사 사이에 체중과 신장을 측정하였다. 또한 Lange Caliper를 이용하여 동일인이, 전체 대상자의 피하지방두께를 0.1mm까지 정확히 측정하였다. 이때 constant pressure가 항상 10g/mm로 유지되도록 하였으며, 측정 부위는 견갑골하단(subscapular), 장골위(suprailiac), 늑골밑(subcostal), 복부(abdomen), 허벅지(thigh), 종아리(calf), 삼두박근(triceps), 전완(forearm)등 8부위였다. 이들의 신체둘레를 측정하기

위하여, 속옷만 입고 평평한 바닥에 세운채로 metal tape로, 허리둘레, 엉덩이둘레, 팔둘레, 허벅지둘레 (엉덩이 바로밑과 허벅지 중간), 종아리둘레 등 5부위의 신체둘레를 측정하였다.

본 연구대상자의 체지방량은 김등<sup>16)</sup>의 연구에서 수중체밀도법에 의해 측정한 체지방량과 비교적 높은 상관관계와 타당도를 보인 바 있는, nearinfrared(NIR)를 이용한 Body Fat Content Analyzer (Futrex 5,000)로 측정하였다. 아울러 Heymsfield 등<sup>17)</sup>이 보고한 다음의 공식을 이용하여 근육량을 계산하였다.

$$\begin{aligned} \text{Arm muscle area(AMA, cm}^2\text{)} \\ &= ((\text{ARM} - \pi \cdot \text{TRI})^2 / 4\pi) - 10, \text{ in males} \\ &= ((\text{ARM} - \pi \cdot \text{TRI})^2 / 4\pi) - 6.5, \text{ in females} \\ \text{Total body muscle(TBM, kg)} \\ &= \text{HT} \cdot (0.0264 + 0.0029 \cdot \text{AMA}) \\ \% \text{Body muscle} &= (\text{TBM} / \text{BW}) \cdot 100 \\ \text{ARM} &: \text{mid-arm circumference(cm)}, \\ \text{TRI} &: \text{triceps skinfold(cm)} \\ \text{HT} &: \text{height(cm)}, \text{ BW} : \text{body weight(kg)} \end{aligned}$$

### 3. 자료의 통계처리

본 연구자료는 SAS(Statistical Analyses System)을 이용하여 다음과 같이 통계처리되었다. 첫째 전체 당뇨병환자와 정상인의 연령 및 일반사항의 평균 및 표준편차를 계산하고, 둘째 T-test결과, 두 group의 평균연령간에 유의적인 차이를 보였으므로, case-control study를 하기 위하여 신장과 체중 및 연령이 유사한 당뇨병환자와 정상인을 남녀별로 1:1로 짝을 지어 92쌍(남자 32쌍, 여자 60쌍)을 선별하였다. 셋째 선별된 두 group의 신체둘레, 피하지방두께 및 신체조성등의 평균과 표준편차를 계산하였으며, T-test 결과  $p < 0.05$ 인 경우를 유의적인 차이로 해석하였다.

넷째 전체 당뇨병환자중에서 연령은 비슷하나 당뇨병 이환기간이 다른(1년 이하와 11년 이상) 두 group을 선별하여 각종 신체 계측치를 T-test로 비교하고, 전체 당뇨병환자를 대상으로 당뇨병 이환기간과 신체계측치와의 상관관계를 조사하기 위하여 Pearson 상관계수를 산출하였다.

## 결과 및 고찰

전체 당뇨병환자의 일반사항은 표1과 같다. 이들의 연령은 남자가  $52.40 \pm 9.89$ 세, 여자가  $53.32 \pm 10.92$ 세로 남녀간에 유의적인 차이가 없었다. 또한 당뇨병의 이환기간(남자  $5.73 \pm 5.69$ 년, 여자  $6.18 \pm 6.14$ 년) 및 내당검사 결과 역시 남녀간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편 정상인의 평균연령은 남자가  $42.14 \pm 16.15$ 세이고 여자가  $43.43 \pm 11.46$ 세로 남녀간의 유의적인 차이는 없었으나, 당뇨병 환자와 약 10년 정도의 차이를 보이고 있었다( $p < 0.05$ ).

### 1. 당뇨병환자와 정상인과의 비교 (Case - Control Study)

본 연구의 대상이 된 당뇨병 환자와 정상인 간에는 약 10년 이상의 평균연령의 차이가 있으므로, 두 group간의 차이에는 연령에 따른 차이가 반영되어 있다고 하겠다. 따라서 본 연구에서는 체지방량 및 이의 분포에 영향을 줄 것으로 생각되는 여러가지 요인들이 서로 동일한 당뇨병 환자와 정상인을 각각 짝을 지어 case-control study를 하였다. 즉, 성별, 연령, 신장 및 체중등을 matching 시킨 92쌍(남자 32쌍, 여자 60쌍)의 당뇨병환자와 정상인간에 남녀 모두 연령, 신장, 체중, 이상체중에 대한 현재 체중의 비율(% ideal body weight, % IBW) 및 Body Mass Index(BMI)에 있어서 두 군간에 통계적으로 유의적인 차이가 없었다(표 2).

Matching시킨 당뇨병환자와 정상인의 신체둘레 및 이들 상호간의 비는 표 3과 같다. 그 결과를 보면, 남자 당뇨병 환자가 정상인 남자보다 팔둘레가 가늘었고, 여자에서는 당뇨병환자가 정상인보다 허리는 더 굵고 허벅지와 종아리는 더 가는 것으로 나타났다. 상체 비만의 정도를 나타내는 허리둘레/엉덩이둘레의 비(waist/hip girth ratio, WHR)는 남녀 모두, 팔다리와 몸통의 비를 통하여 체형을 대변해주는 허리둘레/허벅지둘레의 비(waist/thigh girth ratio, WTR), 허리둘레/종아리둘레의 비(waist/calf girth ratio, WCR)는 여자

당뇨병환자의 체지방량 및 분포

Table 1. Clinical characteristics of total diabetics

| Characteristics                                  | Male<br>(n= 82) | Female<br>(n= 138) | P-value |
|--|-----------------|--------------------|---------|
| Age(yrs)   | 52.40± 9.89     | 53.32± 10.92       | NS      |
| Duration of diabetes(yrs)                        | 5.73± 5.69      | 6.18± 6.14         | NS      |
| Height(cm)                                       | 170.02± 5.75    | 156.50± 5.24       | 0.0001  |
| Body weight(kg)                                  | 66.92± 9.42     | 58.17± 8.69        | 0.0001  |
| % Ideal body weight <sup>1</sup>                 | 106.25± 12.83   | 114.86± 16.64      | 0.0001  |
| Body mass index(kg/m <sup>2</sup> ) <sup>2</sup> | 23.11± 2.79     | 23.75± 3.31        | NS      |
| Body mass index(kg/m <sup>3</sup> ) <sup>3</sup> | 13.61± 1.68     | 15.20± 2.23        | 0.0001  |
| Fasting sugar(mg/dℓ) <sup>4</sup>                | 172.11± 84.48   | 183.20± 66.75      | NS      |
| 2-hr PP sugar(mg/dℓ) <sup>5</sup>                | 242.46± 96.60   | 253.21± 91.02      | NS      |

Values are Means± S.D.

1. Ideal body weight(kg) = (Height(cm)-100)×0.9
2. Quetlet index
3. Rohrer index
4. Fasting blood sugar
5. 2-hr postprandial blood sugar

Table 2. Comparison of characteristics of matched diabetic and nondiabetic subjects

|                         | Diabetic      | Nondiabetic   | P-value |
|-------------------------|---------------|---------------|---------|
| Male                    |               |               |         |
| Number of subjects      | 32            | 32            |         |
| Age(yrs)                | 49.19± 9.25   | 48.88± 10.62  | NS      |
| Duration of D.M.(yrs)   | 4.47± 3.86    | -             | -       |
| Height(cm)              | 171.09± 5.08  | 171.09± 5.04  | NS      |
| Body weight(kg)         | 70.48± 6.86   | 71.02± 6.70   | NS      |
| % Ideal body weight     | 110.24± 8.56  | 111.19± 9.61  | NS      |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | 24.06± 1.89   | 24.26± 2.02   | NS      |
| BMI(kg/m <sup>3</sup> ) | 14.07± 1.15   | 14.20± 1.32   | NS      |
| Female                  |               |               |         |
| Number of subjects      | 60            | 60            |         |
| Age(yrs)                | 49.32± 8.37   | 48.98± 8.53   | NS      |
| Duration of D.M.(yrs)   | 5.23± 5.27    | -             | -       |
| Height(cm)              | 156.95± 4.08  | 157.92± 3.77  | NS      |
| Body weight(kg)         | 57.22± 8.09   | 58.02± 7.34   | NS      |
| % Ideal body weight     | 111.83± 15.10 | 111.69± 15.39 | NS      |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | 23.22± 3.09   | 23.29± 3.04   | NS      |
| BMI(kg/m <sup>3</sup> ) | 14.80± 2.02   | 14.77± 2.07   | NS      |

Values are Means± S.D.

\*Matched by sex, age, height, body weight and % ideal body weight.

D.M. : diabetes mellitus

서만 정상인보다 당뇨병환자가 유의적으로 더 컸다. 이상의 결과를 보면 앞서의 연구 결과와 마찬가지로<sup>10)11)</sup> 당뇨병 환자와 정상인간의 각종 신체둘레의 비의 차이는 남자보다는 여자에서 더 크다는 것을 알수 있다. 당뇨병 환자에서 이와 같은 여성의 남성적 체형으로의 변화는 여성호르몬과 남성호르몬 간의 상호작용의 변화로 남성적 요소가 증가된 때문으로 볼 수 있다. 실제로 Gersh-

berg등<sup>18)</sup>은 인슐린 비의존형 당뇨병 환자에게 여성 호르몬인 estrogen을 투여시 질병이 호전됨을 보고하였다.

당뇨병 환자군과 정상대조군의 피하지방두께를 비교하면(표 4), 남자 당뇨병 환자의 늑골밑의 피하지방두께(14.20±4.86mm)만이 정상대조군(16.92±4.88mm)보다 유의적으로 더 적었다(p=0.0293). 여자에 있어서 당뇨병 환자군과 정상대조군의

Table 3. Comparison of circumferences and their ratios of matched diabetic and nondiabetic subjects

|                     | Diabetic    | Nondiabetic | P-value |
|---------------------|-------------|-------------|---------|
| <b>Male</b>         |             |             |         |
| Number of subjects  | 32          | 32          |         |
| Circumference(cm)   |             |             |         |
| Waist               | 89.42± 5.64 | 87.14± 7.26 | NS      |
| Hip                 | 93.21± 4.29 | 94.17± 3.65 | NS      |
| Arm                 | 27.43± 1.95 | 29.33± 2.12 | 0.0004  |
| Thigh(upper)        | 59.27± 4.05 | 57.48± 4.48 | NS      |
| Thigh(medial)       | 49.12± 2.99 | 49.06± 3.48 | NS      |
| Calf                | 37.36± 2.17 | 36.79± 2.82 | NS      |
| Circumference ratio |             |             |         |
| Waist/Hip           | 0.96± 0.04  | 0.92± 0.03  | 0.0063  |
| Waist/Thigh(upper)  | 1.51± 0.10  | 1.51± 0.13  | NS      |
| Waist/Calf          | 2.39± 0.21  | 2.38± 0.22  | NS      |
| Arm/Thigh           | 0.46± 0.04  | 0.51± 0.05  | 0.0003  |
| <b>Female</b>       |             |             |         |
| Number of subjects  | 60          | 60          |         |
| Circumference(cm)   |             |             |         |
| Waist               | 88.32± 8.49 | 84.53± 9.74 | 0.0247  |
| Hip                 | 91.62± 5.81 | 92.14± 5.44 | NS      |
| Arm                 | 26.15± 2.94 | 26.82± 3.04 | NS      |
| Thigh(upper)        | 53.89± 4.23 | 58.14± 4.10 | 0.0001  |
| Thigh(medial)       | 45.43± 3.44 | 48.37± 3.50 | 0.0001  |
| Calf                | 32.99± 2.61 | 33.24± 2.59 | 0.0109  |
| Circumference ratio |             |             |         |
| Waist/Hip           | 0.96± 0.06  | 0.92± 0.04  | 0.0001  |
| Waist/Thigh(upper)  | 1.64± 0.15  | 1.46± 0.14  | 0.0001  |
| Waist/Calf          | 2.68± 0.21  | 2.47± 0.27  | 0.0001  |
| Arm/Thigh           | 0.49± 0.05  | 0.46± 0.04  | 0.0055  |

Values are Means± S.D.

당뇨병환자의 체지방량 및 분포

Table 4. Comparison of skinfold thickness of matched diabetic and nondiabetic subjects

|                        | Diabetic      | Nondiabetic   | P-value |
|------------------------|---------------|---------------|---------|
| <b>Male</b>            |               |               |         |
| Number of subjects     | 32            | 32            |         |
| Skinfold thickness(mm) |               |               |         |
| Subscapular            | 20.19± 5.20   | 17.56± 5.86   | NS      |
| Suprailiac             | 9.19± 3.98    | 8.84± 4.13    | NS      |
| Subcostal              | 14.20± 4.86   | 16.92± 4.88   | 0.0293  |
| Abdomen                | 25.20± 7.05   | 27.53± 7.39   | NS      |
| Forearm                | 5.20± 2.40    | 4.73± 1.84    | NS      |
| Triceps                | 9.45± 2.57    | 9.77± 3.06    | NS      |
| Femoral                | 10.78± 3.53   | 11.22± 4.30   | NS      |
| Calf                   | 5.94± 2.04    | 6.88± 2.74    | NS      |
| Skinfold parameters    |               |               |         |
| Sum of skinfolds(mm)   | 100.42± 21.49 | 103.45± 24.90 | NS      |
| Central fat(mm)        | 17.30± 3.97   | 17.71± 4.38   | NS      |
| Peripheral fat(mm)     | 7.85± 1.87    | 8.15± 2.32    | NS      |
| Central/Peripheral fat | 2.26± 0.44    | 2.24± 0.53    | NS      |
| Subscapular/Triceps    | 2.24± 0.63    | 1.87± 0.57    | 0.0177  |
| <b>Female</b>          |               |               |         |
| Number of subjects     | 60            | 60            |         |
| Skinfold thickness(mm) |               |               |         |
| Subscapular            | 27.00± 9.61   | 21.63± 7.77   | 0.0015  |
| Suprailiac             | 15.07± 6.52   | 17.49± 5.16   | NS      |
| Subcostal              | 20.04± 7.04   | 15.13± 4.90   | NS      |
| Abdomen                | 37.32± 10.87  | 34.22± 7.99   | NS      |
| Forearm                | 6.65± 2.56    | 7.48± 2.44    | NS      |
| Triceps                | 18.12± 5.58   | 18.81± 5.38   | NS      |
| Femoral                | 19.20± 7.20   | 23.94± 6.18   | 0.0002  |
| Calf                   | 11.11± 4.99   | 14.94± 6.18   | 0.0002  |
| Skinfold parameters    |               |               |         |
| Sum of skinfolds(mm)   | 156.47± 40.04 | 153.80± 32.37 | NS      |
| Central fat(mm)        | 24.92± 6.97   | 22.16± 5.10   | 0.0167  |
| Peripheral fat(mm)     | 13.86± 4.23   | 16.27± 3.89   | 0.0017  |
| Central/Peripheral fat | 1.87± 0.48    | 1.39± 0.33    | 0.0001  |
| Subscapular/Triceps    | 1.52± 0.05    | 1.20± 0.05    | 0.0001  |

Values are Means± S.D

피하지방 두께를 살펴보면, 신체 중심부의 대표적인 부위인 견갑골의 피하지방 두께는 당뇨병 환자군이( $p=0.0015$ ), 허벅지와 종아리 등 다리부분의 피하지방두께는 정상 대조군이 유의적으로 더 많은 것으로 나타났다( $p=0.0002$ ). 그밖에 장골위, 늑골밑, 복부 및 팔뚝의 피하지방 두께에는 두군간에 유의적인 차이가 없었다.

체지방의 분포 경향을 살펴보기 위하여, 견갑골밑, 늑골밑, 장골위, 복부 등 몸통의 4 부위의 피하지방두께의 평균을 계산하여 “중심성 체지방”이라 하였으며, 삼두박근, 전완, 허벅지, 종아리 등 팔과 다리의 4 부위의 피하지방두께의 평균을 “말초성 체지방”이라 하였다. 8개 부위의 피하지방 두께의 합은 남녀 모두 당뇨병환자군과 정상대조군간에 유의적인 차이가 없었으며, 남자에 있어서는 중심성 체지방이나 말초성 체지방도 양군간에 유의적인 차이가 없었다. 그러나 여자에 있어서는, 중심성 체지방(central fat)은 당뇨병환자군이  $24.92 \pm 6.97\text{mm}$ 로 정상대조군의  $22.16 \pm 5.10\text{mm}$ 보다 유의적으로 많은 반면( $p=0.0167$ ), 말초성 체지방(peripheral fat)은 당뇨병환자군이  $13.86 \pm 4.23\text{mm}$ 로 정상대조군의  $16.27 \pm 3.89\text{mm}$ 보다 유의적으로 적었다( $p=0.0017$ ). 따라서 여자 당뇨병환자의 중심성체지방/말초성 체지방의 비(central fat/peripheral fat ratio, CPR)는  $1.87 \pm 0.48$ 로서, 정상인 여자의  $1.39 \pm 0.33$ 보다 월등히 높았다( $p=0.0001$ ). 체지방의 중심성 분포 경향의 또 다른 지표인 견갑골의 피하지방두께/삼두박근의 피하지방두께의 비(subscapular/triceps skinfold ratio, STR) 역시, 남녀 모두 당뇨병환자가 정상인보다 유의적으로 높았다.

당뇨병환자와 정상인을 구별하여주는 신체계측치로는 남자에서는 팔둘레, 팔둘레/허벅지둘레의 비(arm/thigh girth ratio, ATR), WHR 및 STR등을 들 수 있고, 여자에서는 허벅지 둘레, WHR, WTR, ATR, CPR 및 STR등을 들 수 있다. 그러나 이러한 신체계측치를 사용함에 있어서 한가지 측정치만을 이용하는 것보다는 두가지 측정치를 함께 이용하는 것이 오차를 줄일 수 있으며, caliper를 이용하는 것보다는 신체둘레를 측정하는 것이 편리하

다는 점을 감안할 때, 당뇨병 위험요인의 예측 방법(estimator)으로서 WHR은 남녀 모두에서, WTR 및 ATR은 여자에서 이용이 가능하다고 할수 있다.

이와 같이 상체비만증에서 당뇨병의 발병위험이 증가하는 가능한 이유를 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 상체비만에서 볼 수 있는 확장된 지방세포는 insulin에 대한 저항성이 크다<sup>19)20)</sup>.

둘째, 상체비만에서는 골격근육의 insulin에 대한 민감도가 감소되므로 순환하고 있는 monocytes에 대한 insulin의 결합이 감소된다<sup>21)</sup>. 실제로, 폐경전 비만 여성들을 대상으로 한 Evans등<sup>22)</sup>의 연구에서 체지방 축적 부위가 insulin에 대한 민감성의 정도 및 혈중 insulin level에 영향을 미침이 밝혀졌다. 또한 체조성이 insulin의 민감성에 미치는 영향에 관한 Jarvinen과 Koivisto의<sup>23)</sup> 연구에서도, 체내의 insulin에 대한 민감도는 근육량과는 양의 관계가 있으며 체지방량과는 음의 관계가 있다고 하였다.

셋째, 상체비만에서는 free testosterone의 증가 및 sex hormone-binding globulin의 저하로 간에서 insulin의 정화도(clearance)가 감소함에 따라 과인슐린혈증이 일어난다<sup>24)</sup>.

지방 세포 이외에 포도당의 이용에 실제적으로 더욱 큰 역할을 하는 근육에서도 상체비만으로 인해 glycogen 합성효소의 insulin에 대한 반응성이 감소되어 있음이 증명되었다<sup>21)</sup>. 이들은 상체비만에서 insulin receptor 수의 감소로 insulin이 monocyte에 결합하지 못한다고 하였다.

피하지방두께의 측정만으로 당뇨병 환자와 정상인의 체지방 분포를 연구한 Feldman등<sup>11)</sup>은 당뇨병 환자가 정상인보다 피하지방 및 총지방량이 더 많을 것이라고 추측하였다. 이와 관련하여, 지금까지 신체계측 및 단층촬영(computed tomography)을 이용하여 당뇨병 환자의 체지방 분포를 조사한 연구는 있으나<sup>25)26)</sup>, 이들의 총지방량을 조사, 비교한 연구는 거의 없는 실정이다.

당뇨병 환자와 정상인의 신체조성을 비교하면 그림 1과 같다. 먼저 남자에 있어서 체지방비율(%)은 당뇨병 환자군과 정상대조군 사이에 유의

당뇨병환자의 체지방량 및 분포

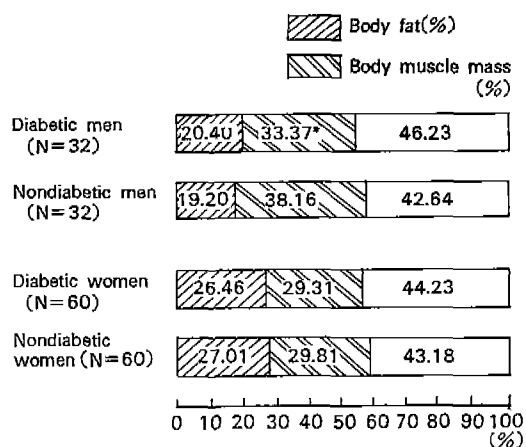


Fig. 1. Comparison of body composition of matched diabetic and nondiabetic subjects.

\*Significant difference between diabetic and nondiabetic subjects ( $p < 0.05$ )

적인 차이를 보이지 않았다. 그러나 근육량 비율은 당뇨병 환자가  $33.37 \pm 4.19\%$  이고, 정상인이  $38.16 \pm 7.11\%$  로 커다란 차이를 보였다( $p = 0.0019$ ). 따라서 체내 총 근육량에 있어서도 당뇨병환자가  $23.39 \pm 3.59\text{kg}$  으로 정상인의  $27.03 \pm 5.22\text{kg}$  보다 유의적으로 적었다( $p = 0.0021$ ). 그러나 여자에 있어서는 체지방비율과 절대적인 체지방량, 그리고 무지방량뿐만 아니라 체중에 대한 근육량비율(%)과 총 근육량(kg)에 있어서도 당뇨병 환자와 정상인 사이에 유의적인 차이가 없었다.

결론적으로 당뇨병 환자와 정상인 간에 남자는 근육량의 차이를 뚜렷히 보여 준 반면, 여자는 신체 조성에는 차이를 보이지 않으면서 체지방의 중심적 분포 경향 또는 상체비만의 정도는 당뇨병환자가 정상인보다 월등히 높았다. 따라서 당뇨병의

Table 5. Comparison of anthropometric measurements between two groups different in duration of diabetes

| Duration of diabetes                | Male           |                 |         | Female         |                 |         |
|-------------------------------------|----------------|-----------------|---------|----------------|-----------------|---------|
|                                     | Less than 1 yr | More than 11 yr | P-value | Less than 1 yr | More than 11 yr | P-value |
| Number of subjects                  | 8              | 8               | —       | 11             | 11              | —       |
| Age(yrs)                            | 54.13± 9.48    | 56.25± 8.26     | NS      | 55.82± 7.60    | 56.18± 6.81     | NS      |
| Height(cm)                          | 170.00± 4.11   | 162.38± 3.02    | 0.0004  | 155.91± 4.93   | 156.36± 5.89    | NS      |
| Body weight(kg)                     | 67.16± 9.77    | 57.25± 6.47     | 0.0172  | 62.77± 8.17    | 51.23± 7.06     | 0.0011  |
| % Ideal body weight                 | 106.43± 12.64  | 102.44± 14.45   | NS      | 125.16± 15.86  | 102.75± 22.50   | 0.0072  |
| Body mass index(kg/m <sup>2</sup> ) | 23.19± 2.81    | 21.77± 2.90     | NS      | 25.82± 3.14    | 21.13± 3.97     | 0.0031  |
| Body mass index(kg/m <sup>2</sup> ) | 13.62± 1.58    | 13.43± 1.96     | NS      | 16.58± 2.13    | 13.60± 3.02     | 0.0076  |
| Circumference(cm)                   |                |                 |         |                |                 |         |
| Waist                               | 88.04± 5.92    | 81.31± 7.77     | 0.0379  | 94.89± 8.45    | 86.38± 10.00    | 0.0226  |
| Hip                                 | 89.96± 5.91    | 86.38± 4.63     | NS      | 95.86± 4.52    | 88.66± 7.31     | 0.0060  |
| Arm                                 | 26.99± 3.72    | 24.75± 1.89     | NS      | 27.17± 2.54    | 23.97± 3.16     | 0.0078  |
| Thigh(upper)                        | 56.49± 4.32    | 53.76± 6.55     | NS      | 56.45± 4.79    | 50.85± 3.89     | 0.0036  |
| Thigh(medial)                       | 49.14± 5.34    | 44.50± 4.77     | NS      | 47.88± 4.08    | 41.25± 5.18     | 0.0021  |
| Calf                                | 35.37± 2.77    | 32.81± 3.00     | NS      | 34.33± 2.59    | 29.20± 2.44     | 0.0002  |
| Circumference ratios                |                |                 |         |                |                 |         |
| Waist/Hip                           | 0.98± 0.03     | 0.94± 0.06      | NS      | 0.99± 0.06     | 0.97± 0.04      | NS      |
| Waist/Thigh(upper)                  | 1.68± 0.36     | 1.52± 0.11      | NS      | 1.69± 0.16     | 1.70± 0.17      | NS      |
| Waist/Calf                          | 2.38± 0.16     | 2.48± 0.14      | NS      | 2.76± 0.21     | 2.92± 0.34      | NS      |
| Arm/Thigh(upper)                    | 0.48± 0.04     | 0.47± 0.03      | NS      | 0.48± 0.05     | 0.47± 0.05      | NS      |

Values are Means± S.D.



예방 및 치료시에 근육량의 증가와 함께 체지방 분포의 변화 등 바람직한 체형으로의 전환이 이루어져야 할 것으로 생각되며, 이를 위하여는 식이요법과 아울러 운동이 반드시 동반되어야 할 것이다.

2. 당뇨병의 이환기간과의 상관관계

당뇨병 환자들에 있어서는 당뇨병 발생 전, 당뇨병 발생 당시, 그리고 그 이후 당뇨병이 진행됨에 따라 체중과 체지방분포 및 체형에 변화를 가져오게 된다. 한 예로, 조동<sup>9)</sup>은 당뇨병 환자에서 발병 후 체중이 감소되었음을 보고하였다. 그러나 당뇨병의 이환기간에 따라 체지방을 비롯한 각종 신체계측치가 어떻게 변화하는지에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구에서는 당뇨병의 이환기간에 따른 신체계측치 및 체지방의 변화에 대하여 살펴보고자 이들 사이의 상관관계를 살펴보고, 당

뇨병 이환기간이 다른 두 group (신생환자군과 장기환자군)간의 차이를 비교하고자 하였다.

이때 연령은 체지방량 및 그 분포에 영향을 주는 요인임을 고려하여, 연령은 유사하나 당뇨병 이환기간이 1년 이하와 11년 이상으로 각기 다른 19쌍(남자 8쌍, 여자 11쌍)의 신생환자군과 장기환자군의 각종 신체계측치를 비교하였다(표 5와 표 6). 먼저 남자는 신생환자군이 장기환자군보다 신장과 체중 모두가 유의적으로 컸으므로, 표준 체중에 대한 현재체중의 비율(% IBW)이나 Body Mass Index(BMI) 등 비만도의 지표에는 유의적인 차이가 없었다. 신체 둘레중에서는 장기환자군의 허리둘레(88.04±5.92cm)만이 신생환자군(81.31±7.77cm)보다 유의적으로 적었다(p=0.0379). 그밖에 피하지방두께 역시 두 군간에 유의적인 차이를 보이지 않았다. 한편, 여자환자에서는 장기환자군이 신생환자군보다 체중과 비만도의 지표들(%

Table 6. Comparison of skinfold thickness and body fat between two groups different in duration of diabetes

| Duration of diabetes   | Male           |                 |         | Female         |                 |         |
|------------------------|----------------|-----------------|---------|----------------|-----------------|---------|
|                        | Less than 1 yr | More than 11 yr | P-value | Less than 1 yr | More than 11 yr | P-value |
| Number of subjects     | 8              | 8               | -       | 11             | 11              | -       |
| Skinfold thickness     |                |                 |         |                |                 |         |
| Sum of skinfolds       | 87.19± 35.51   | 82.44± 20.15    | NS      | 181.02± 26.49  | 133.00± 39.86   | 0.0038  |
| Subscapular            | 17.63± 8.38    | 17.50± 4.29     | NS      | 28.05± 4.38    | 22.32± 6.89     | 0.0168  |
| Suprailiac             | 6.63± 2.00     | 7.00± 3.35      | NS      | 20.68± 6.05    | 13.27± 4.91     | 0.0025  |
| Subcostal              | 12.25± 5.06    | 11.81± 5.59     | NS      | 23.18± 6.29    | 17.00± 9.53     | 0.0450  |
| Abdomen                | 23.94± 13.06   | 21.75± 8.07     | NS      | 40.05± 9.10    | 33.40± 10.84    | NS      |
| Forearm                | 4.06± 1.29     | 4.19± 0.80      | NS      | 7.00± 2.29     | 4.45± 1.42      | 0.0026  |
| Triceps                | 8.63± 3.70     | 6.88± 1.57      | NS      | 20.73± 4.79    | 13.73± 4.47     | 0.0010  |
| Femoral                | 9.31± 3.60     | 9.94± 4.07      | NS      | 25.95± 5.56    | 17.09± 8.36     | 0.0062  |
| Calf                   | 5.13± 1.98     | 3.88± 0.64      | NS      | 13.85± 3.95    | 8.64± 5.14      | 0.0092  |
| Central fat            | 15.11± 6.43    | 14.52± 4.43     | NS      | 28.24± 4.70    | 22.03± 6.46     | 0.0131  |
| Peripheral fat         | 6.69± 2.62     | 6.09± 1.04      | NS      | 16.98± 2.37    | 10.98± 4.33     | 0.0005  |
| Central/Peripheral fat | 2.26± 0.46     | 2.48± 0.75      | NS      | 1.72± 0.23     | 2.05± 0.58      | 0.0495  |
| Subscapular/Triceps    | 2.10± 0.47     | 2.65± 0.79      | 0.0490  | 1.44± 0.45     | 1.66± 0.39      | NS      |
| % Body fat             | 19.63± 1.67    | 19.81± 2.92     | NS      | 27.46± 2.96    | 26.74± 3.90     | NS      |
| % Body muscle          | 34.08± 6.05    | 32.74± 2.19     | NS      | 26.64± 4.44    | 29.78± 4.39     | NS      |

Values are Means± S.D.

당뇨병환자의 체지방량 및 분포

Table 7. Pearson correlation coefficients of anthropometric measurements with duration of diabetes

| Sex                     | Male               | Female  | Sex                | Male               | Female             |
|-------------------------|--------------------|---------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Age                     | 0.28 <sup>+</sup>  | 0.29**  | Skinfold           |                    |                    |
| Height                  | -0.23 <sup>+</sup> | -0.13   | Subscapular        | -0.03              | -0.23*             |
| Body weight             | -0.31*             | -0.33** | Suprailiac         | 0.07               | -0.11              |
| % Ideal body weight     | -0.19              | -0.24*  | Subcostal          | -0.08              | -0.20 <sup>+</sup> |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | -0.23 <sup>+</sup> | -0.28*  | Abdomen            | -0.08              | -0.08              |
| BMI(kg/m <sup>2</sup> ) | -0.16              | -0.23*  | Forearm            | -0.12              | -0.28**            |
| Circumference           |                    |         | Triceps            | -0.12              | -0.31**            |
| Waist                   | -0.24 <sup>+</sup> | -0.16   | Femoral            | -0.06              | -0.23*             |
| Hip                     | -0.22              | -0.29** | Calf               | -0.28 <sup>+</sup> | -0.30**            |
| Arm                     | -0.26 <sup>+</sup> | -0.25*  | Skinfold parameter |                    |                    |
| Thigh(upper)            | -0.19              | -0.32** | Sum of skinfolds   | -0.11              | -0.25*             |
| Thigh(medial)           | -0.26 <sup>+</sup> | -0.41** | Central fat        | -0.06              | -0.14              |
| Calf                    | -0.31*             | -0.45** | Peripheral fat     | -0.18              | -0.33**            |
| Circumference ratios    |                    |         | CPR                | 0.15               | 0.32**             |
| Waist/Hip               | -0.12              | 0.07    | STR                | 0.15               | 0.19 <sup>+</sup>  |
| Waist/Thigh(upper)      | -0.01              | 0.17    | Body composition   |                    |                    |
| Waist/Calf              | 0.09               | 0.26*   | % Body fat         | -0.07              | -0.08              |
| Waist/Thigh(upper)      | -0.06              | 0.02    | % Body muscle      | -0.07              | 0.11               |

CPR : central fat/peripheral fat, STR : subscapular/triceps

+ p<0.05, \*p<0.01, \*\*p<0.001

IBW, BMI)이 유의적으로 적을 뿐만 아니라 허리, 엉덩이, 팔, 다리, 종아리 등의 신체둘레도 유의적으로 적었다. 또한 복부를 제외한 나머지 7부위의 피하지방두께들도 장기환자군에서 유의적으로 적었다.

이처럼 각종 신체계측치는 두 군간에 유의적인 차이가 없거나(남자의 경우), 또는 장기환자군에서 뚜렷하게 감소하였음에도 불구하고(여자의 경우), 체지방의 중심적 분포 경향을 나타내는 지표들은 두군간에 유의적인 차이가 없거나, 때로는 장기환자군에서 오히려 더 큰 값을 보여 주었다. 즉, 남자에서는 견갑골밑의 피하지방두께/삼두박근의 피하지방두께의 비(STR)가, 여자에서는 중심적 체지방/말초성 체지방의 비(CPR)가, 장기환자군에서 유의적으로 더 높았다. 그밖에 체지방량비율이나 근육량비율등 신체조성에는 차이가 없었다.

전체 당뇨병환자를 대상으로 각종 신체 계측치와 당뇨병 이환기간과의 상관관계를 살펴 본 결과는 표 7과 같다. 즉, 당뇨병 이환기간은 연령, 체중, 비만도(% IBW, BMI), 신체둘레와 음의 상관관계를 보여 주었다. 이와 같은 상관계수는 남자보다 여자에서 더 높았으며 특히 여자 환자는 피하지방두께와도 음의 상관성을 보여 주었다. 그러나 상체비만 혹은 체지방의 중심성 분포 경향의 지표들(WHR, WTR, ATR) 및 체지방비율은 어떠한 상관관계도 보여 주지 않았을 뿐만 아니라, 여자 환자에 있어서 WCR, CPR, STR과 같은 지표들은 오히려 양의 상관관계를 보여주었다.

일반적으로 비만은 당뇨병발생의 중요한 위험요소로서 당뇨병 발생 당시는 대개가(인슐린 비 의존성 당뇨병에서) 체중 초과와 상태에 있게 된다. 본 연구 결과에 따르면 당뇨병 이환기간이 증가함에 따라 체중이나 비만도(신장과 체중을

이용한)는 감소하지만, 체지방비율이나 체지방의 분포 형태에는 변화가 없거나 혹은 중심적 분포 경향이 더욱 가중되는 것으로 나타났다.

### 요약 및 결론

체지방량 및 체지방 분포와 당뇨병 발생과의 관계를 살펴보기 위하여, 본 연구에서는 16세에서 78세까지의 220명의 당뇨병환자(남자 82명, 여자 138명)와 정상건강인(남자 57명, 여자 103명)중에서 연령, 성별, 비만도가 유사한 당뇨병환자와 정상인(92쌍)을 대상으로 case-control study를 하였다.

1) 연령 및 신체적 특징이 유사한 92쌍(남자 32쌍, 여자 60쌍)의 당뇨병환자와 정상인을 비교 분석한 결과, 남자는 당뇨병 환자가 정상인보다 팔이 가늘었고( $p=0.0004$ ), 여자는 당뇨병 환자가 정상인보다 허리는 굵은( $p=0.0247$ ) 반면, 허벅지 둘레와 종아리둘레는 더 가늘었다( $p<0.05$ ). 또한 여자 당뇨병 환자는 정상인보다 견갑골 밑의 피하지방은 더 많으나( $p=0.0015$ ), 허벅지와 종아리의 피하지방두께는 더 적으므로( $p=0.0002$ ) 중심성체지방/말초성체지방의 비(CPR)는 당뇨병 여자환자가 정상인 여자보다 유의적으로 더 컸다( $p=0.0001$ ).

2) 한편 체지방량은 남녀 모두 당뇨병환자와 정상인간에 유의적인 차이를 보이지 않았으나, 남자 당뇨병환자의 근육량은  $33.37 \pm 4.19\%$ 로 정상인 남자의 근육량  $38.16 \pm 7.11\%$ 보다 유의적으로 적었다( $p=0.0019$ ).

3) 당뇨병 장기환자군(11년 이상)은 신생환자군(1년 이하)보다, 남자는 허리둘레만이, 여자는 체중과 비만도 지표들, 6 부위의 신체둘레 및 복부만을 제외한 8부위의 피하지방두께가 유의적으로 적었다. 그러나 상대적인 체지방량과 근육량 및 체지방의 중심적 분포 경향을 나타내는 지표들(WHR, WTR, WCR, ATR)은 유의적인 차이가 없었으며, 남자의 견갑골밑의 피하지방두께/삼두박근의 피하지방두께의 비(STR)와 여자의 중심성 체지방/말초성 체지방의 비(CPR)는 신생환자군

보다 장기환자군에서 오히려 더 높았다.

비만이 당뇨병 발생과 관련이 있음이 여러가지로 입증된 바 있으므로<sup>2)~7)</sup>, 지금까지 당뇨병 치료의 한 방법으로 식이요법과 함께 체중의 감소를 권장하여 왔다. 그러나 본 연구에서 밝혀졌듯이 단순한 체중의 감소보다는 체조성의 변화-체지방량의 감소와 근육량의 증가와 같은-및 체지방 분포 양상의 변화를 통한 바람직한 체형으로의 전환이 더욱 중요하므로 적당한 운동요법이 동반되어야 할 것으로 사료된다. 또한 당뇨병 예방을 위하여 당뇨병환자 뿐만 아니라 일반인에게도 적용이 가능한 여러가지 신체계측치를 이용한 객관화된 자료가 마련되어야 하며 이를 뒷받침해 줄 수 있는 연구들-체내 대사와 체지방 분포 및 insulin 반응성에 관한-이 계속적으로 이루어져야 할 것이다.

### Literature cited

- 1) Ashley FW, Kannel WB. Relation of weight changes to changes in atherogenic traits : the Framingham study. *J Chronic Dis* 27 : 103-114, 1974
- 2) Noppa H, Bengtsson C, Björntorp P, Smith U, Tibblin E. Overweight in women-metabolic aspects. *Acta Med Scand* 203 : 135-141, 1978
- 3) Vague J. La differentiation sexuelle humaine. Ses incidences en pathologie. *Masson Editeur, Paris*. 386-396, 1953
- 4) 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 : 20-34, 1956
- 5) 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 : 1150-1162, 1983
- 6) Kissebah AH, Vydellingum N, Murry R, Evans DJ, Hartz AJ, Kalkhoff RK, Adams PW. Relation of body fat distribution to metabolic complications of obesity. *J Clin Endocrinol Metab* 54 : 254-260.

1982

- 7) Björntorp P. Abdominal obesity and the development of non-insulin dependent diabetes mellitus. *Diabetes/Metabolism Rev* 4(6) : 615-622, 1988
- 8) Freedman 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 : 403-410, 1987
- 9) 조준구, 김현만, 임승길, 황 용, 이현철, 허갑범. 인슐린 비의존성 당뇨병환자에 있어서의 체중변화에 관한 연구. *당뇨병* 10(1) : 89-93, 1986
- 10) Haffner SM, Stern MP, Hazuda HP, Pugh J, Patterson JK. Do upper-body and centralized adiposity measure different aspects of regional bodyfat distribution? Relationship to non-insulin dependent diabetes mellitus, lipids, and lipoproteins. *Diabetes* 36 : 43-51, 1987
- 11) Feldman R, Sender AJ, Siegelau AB. Difference in diabetic and nondiabetic fat distribution patterns by skinfold measurements. *Diabetes* 18 : 478-486, 1969
- 12) Ohlson LO, 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 : 1055-1058, 1985
- 13) Lev-Ran A, Hill LR. Different body-fat distribution in IDDM and NIDDM. *Diabetes Care* 10 : 491-494, 1987
- 14) 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 : 621-627, 1983
- 15) Borkan GA, Gerzof SG, Robinson AH, Hulst DE, Silbert CK, Silbert JE. Assessment of abdominal fat content by computed tomography. *Am J Clin Nutr* 36 : 172-177, 1982
- 16) 김은경, 이기열, 손태열. 신체계측을 이용한 각종 체지방량 추정식의 타당성 평가. *한국영양학회지* 23(2) : 93-107, 1990
- 17) Heymsfield SB, McManus C, Stevens V, Smith J. Muscle mass : reliable indicator of protein-energy malnutrition severity and outcome. *Am J Clin Nutr* 35 : 1192-1199, 1982
- 18) Gershberg H, Javier Z, Hulse M, Cohane J. Improvement of glucose tolerance with estrogen treatment in maturity-onset diabetes. *Diabetes* 16 : 525-528, 1967
- 19) Salans LB, Knittle JL, Hirsh J. The role of adipose cell size and adipose tissue insulin sensitivity in the carbohydrate intolerance of human obesity. *J Clin Invest* 47 : 153-165, 1968
- 20) Olefsky JM. The insulin receptor : Its role in insulin resistance of obesity and diabetes. *Diabetes* 25 : 1154-1162, 1976
- 21) 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 : 1515-1525, 1984
- 22) Evans DJ, Hoffman RG, Kalkhoff RK, Kissebah AH. Relationship of body fat topography to insulin sensitivity and metabolic profiles in premenopausal women. *Metabolism* 33(1) : 68-75, 1984
- 23) Jarvinen YKI, Koivisto VA. Effects of body composition of insulin sensitivity. *Diabetes* 32 : 965-969, 1983
- 24) Kissebah AH, Evans A, Peiris A, Wilson CR. Endocrine characteristics in regional obesities : role of sex steroids. In "Metabolic complications of human obesities" Vague J, Björntorp P, Guy-Grand B, Rebuffe-Scrive M, Vague P. *Elsevier, Amsterdam*, pp115-130, 1985

- 25) Sparrow D, Borkan GA, Gerzof SG, Wisniewski C, Silbert CK. Relationship of fat distribution to glucose tolerance. Results of computed tomography in male participants of the Normative Aging Study. *Diabetes* 35 : 411-415, 1986
- 26) Ashwell M, Cole TJ, Dixon AK. Obesity : new insight into the anthropometric classification of fat distribution by computerized tomography. *Br Med J* 291 : 1692-1694, 1985