

밀도법 및 피부두겹법에 의한 중년 남자의 총지방량 측정

서울대학교 의과대학 생리학교실 및 국민체력과학 연구소

南 光 鉉 · 申 東 薰

= Abstract =

Total Body Fat Estimation by Means of Densitometry and Skinfold Thickness in Middle-Aged Men

Nam, Kwang Hyun, and Shin, Dong Hoon

Department of Physiology and Physical Culture Research Institute, Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Formulas for the prediction of total body fat from skinfold thickness in middle-aged men were presented. Hydrostatic weighing was made on 35 middle-aged men (age: 40~50 years) and corrected for residual volume in lung. Skinfold thickness at four sites, namely, arm, back, waist and abdomen were compared with total fat calculated from the formula given by Keys and Brozek and regression equations were derived.

In middle-aged men the observed values were: Body density, 1.07478; total body fat, 10.51% body weight; lean body mass, 89.49% body weight; arm skinfold thickness, 4.85mm; back, 10.4; waist, 7.72; abdomen, 7.62 and mean skinfold thickness of the four sites, 7.59 mm.

The correlations between skinfold thickness and body density were high. The correlations between skinfold thickness and total body fat were also high. The coefficient of correlation between total body fat and arm skinfold, mean skinfold thickness were $r=0.839$ and $r=0.862$, respectively. Arm and mean skinfold thicknesses (x , mm) could be used as the representative value for the prediction of total body fat (y , % body weight). The regression equations were:

$$\text{On arm } y=2.00x+0.99,$$

$$\text{With mean skinfold } y=1.20x+1.41$$

The coefficient of correlation between body weight (kg) and mean skinfold thickness was $r=0.733$. The ratio of mean skinfold thickness (mm) to body weight (kg) in middle-aged men was 0.132.

인체 총지방량은 개인의 영양 상태를 가장 잘 표현하는 것이며 나아가 건강 상태도 나타내는 것이다. 비만증이 있는 사람은 남녀 모두 사망률이 높다 한다 (Metropolitan Life Insurance Co., 1960). 비만증은 섭취하는 에너지량에 비하여 소비량이 적은 결과로 지방

질이 축적되어 체중이 많아지고 피부두겹 두께 (skinfold thickness)가 증가하는 증세인데, 이러한 비만증은 남녀 모두 중년 이후에 나타나는 것이 보통이다. 즉 40세를 넘는 중년에 이르러 사람들의 배가 나오고 피부 두겹 두께가 증가하여 총지방량 측정의 필요성이 절실히 된다. 피부두겹 두께는 피하지방 층의 두께를 단

* 국민체력과학 연구소 논문 제60호

적으로 나타내며, 이것은 외부 지방량(external fat)의 단적인 표현이긴 하나 직접 측정할 수는 없다. 총지방량을 정확히 측정하려면 밀도법을 사용하여야 한다. 그러나 이 방법은 번거로우므로 간편한 방법으로 피부 두겹 두께를 측정하여 총지방량을 계산하는 것이 통용된다. 즉 밀도법으로 측정되는 총지방량과 피부두겹 두께 사이의 관계를 아는 것이 필요하다.

총지방량과 피하지방량과의 관계는 신체 발육과 연령 진행에 따라 변화하는 것으로 지방의 축적 부위가 이동하며 양적 관계가 변화한다. 연령 진행에 따라 총지방량이 증가하고 (한경부, 1960), 한편으로는 피하지방량이 줄면서 지방의 축적이 몸속으로 이동하며, 팔다리로부터 몸뚱이로 지방 축적의 이동이 있다 (Allen et al., 1956). 그러므로 지방량을 간편하게 측정하는 피부 두겹법을 대상자에 시행함에 있어서는 대상자 연령에 해당하는 총지방량을 똑똑히 알아야 한다.

이 논문은 40세 이상의 중년 남자 35명을 대상으로 밀도법으로 신체 밀도를 측정하여 총지방량을 산출하고 동시에 집계를 사용하여 피부두겹 두께를 측정하였으며, 둘 사이의 상관 관계를 계산하여 중년 남자에 응용되는 간편한 총지방량 측정법을 제시하는 것이다.

실험 방법

나이가 40세 내지 50.7세 (연령 평균 43.5세)의 중년남자 35명을 대상으로 하여 신체 밀도 측정과 피부 두겹 측정을 하였다. 이들에 있어서 신체 밀도로부터 계산되는 신체의 총지방량과 마로이 집계로 측정된 피부 두겹 두께와의 상관 관계를 얻어, 이 공식으로부터 간편히 총지방량을 셈할 수 있게 하였다.

신체비중 (D), 공기 중의 몸무게 (Ma), 물속의 몸무게 (Mw), 허파의 잔기량 (RV), 해당 온도에서 물의 밀도 (Q)로부터 다음과 같이 셈하였다.

$$D = \left\{ \frac{Ma}{Ma - (Mw + RV)} \right\} Q$$

물속 몸무게는 커다란 물통 속에서 35°C로 가온한 물 속에 몸을 완전히 잠그게 하여 측정하였으며, 3번 되풀이한 값 가운데서 제일 무거운 것을 채택하였다. 물 속에 대상자가 머리까지 잠글때는 최대한의 நீ숨을 뿜게 하여 허파속에 남는 잔기량 (residual volume)을 적게하는데 노력하였다. 한편 허파의 잔기량은 세 번 호흡하는 법(Rahn et al., 1949)에 따라 대상자마다

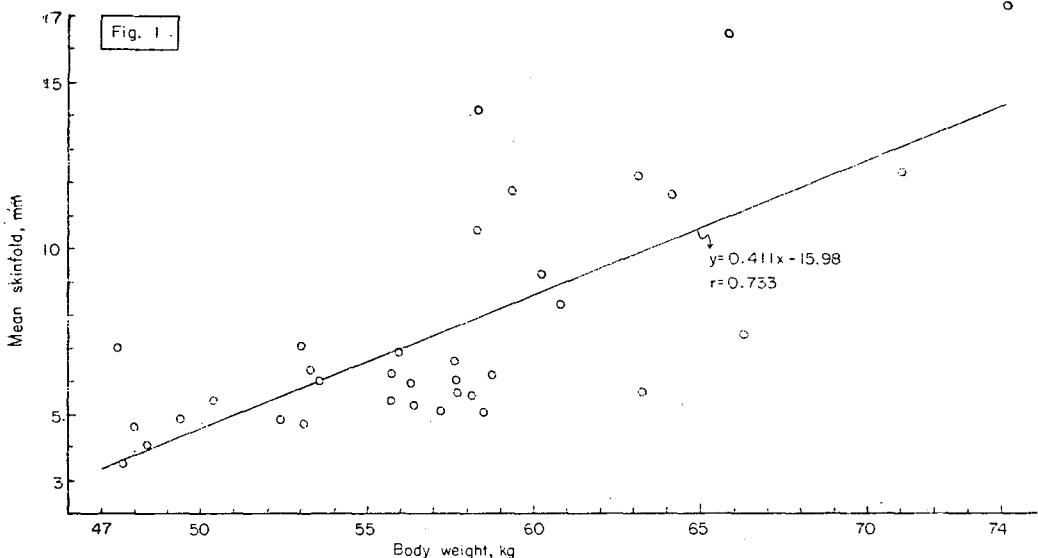


Fig. 1. Relationship between body weight (kg) and mean skinfold thickness at 4 sites, namely, arm, back, waist and abdomen.

Table 1. Anthropometric data of subjects, N=35

| | Age. yr. | Body height cm | Body weight kg | Body density kg/l | Skinfold thickness, mm | | | | | Body fat % b. wt. | LBM % b. wt. |
|-------|---------------|----------------------|----------------------|-------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------------|-----------------|
| | | | | | Back | Arm | Waist | Abdomen | Mean | | |
| Mean | 43.5 | 165.4 | 57.35 | 1.07478 | 10.4 | 4.85 | 7.72 | 7.62 | 7.59 | 10.51 | 89.49 |
| S.D. | | 6.25 | 6.27 | 0.01324 | 8.9 | 5.7 | 11.0 | 10.4 | 3.47 | 4.83 | 4.83 |
| Range | 40.0~ 50.7 | 153~ 178 | 47.7~ 74.1 | 1.0491~ 1.0935 | 5.0~ 21.7 | 2.5~ 10.5 | 2.5~ 23.7 | 3.7~ 18.1 | 3.5~ 17.3 | 4.1~ 21.0 | 79.0~ 95.9 |

Table 2. Correlations between body weight and skinfold thickness, skinfold thickness and % fat.

| x \ y | Skinfold thickness | | Density | % Fat | Regression equation |
|--------------------|--------------------|-------|---------|-------|-----------------------|
| | Mean | Arm | | | |
| Body weight | 0.733 | | | | $y=0.411x-15.98$ |
| Body weight | | 0.409 | | | $y=0.134x-2.92$ |
| Skinfold thickness | | | | | |
| Arm | | | -0.790 | | $y=-0.00559x+1.10138$ |
| Back | | | -0.639 | | $y=-0.00209x+1.09647$ |
| Waist | | | -0.757 | | $y=-0.00212x+1.09103$ |
| Abdomen | | | -0.746 | | $y=-0.00213x+1.09082$ |
| Mean | | | -0.872 | | $y=-0.00332x+1.09999$ |
| Arm | | | | 0.839 | $y=2.00x+0.99$ |
| Back | | | | 0.668 | $y=0.735x+2.88$ |
| Waist | | | | 0.822 | $y=0.776x+4.58$ |
| Abdomen | | | | 0.803 | $y=0.998x+3.01$ |
| Mean | | | | 0.862 | $y=1.20x+1.41$ |

결정하였는데, 호흡 공기 중의 질소량은 Godart 회사의 Nitrograph를 사용하여 측정하였다. 이리하여 결정되는 잔기량은 그대로 35°C의 물의 무게라 간주하여 물속 몸무게의 실측치에 가산하였다. 그러므로 물속 몸무게(Ma)는 허파에는 잔기가 하나도 없다고 가정한 교정된 값이다. 이밖에 소화관 속에 있는 가스량에 대하여는 특별한 교정을 하지 않았다.

신체 밀도 (D)로부터 총지방량을 산출함에는 Keys와 Brozek (1953) 이 제시한 공식을 사용하였다. 즉,

$$\%Fat=100(4.201/D)-3.813$$

피부 두께 측정에는 Lange의 집계(Lange, 1961; Cambridge Sci. Ind.)를 사용하였으며 측정 부위는 팔, 등, 허리 및 배의 네군데이었다. 팔 (arm)은 오른쪽 상박 후면 중간 부위에서, 등은 오른쪽 견갑골 최하단 부위에서, 허리는 오른쪽 장골절 바로위에 액와 중간선 (midaxillary line) 위에서, 배는 오른쪽 늑골궁 위의 유두선 (mammary line) 위에서 각각 세번 피플이 측정된 값의 평균치를 잡았다. 위와 같은 네군데 피부두께

두께의 평균치를 평균 피부두께 두께 (mean skinfold thickness)라 불렀다.

실험 성적

나이의 평균이 43.5 세인 중년 남자 35 명에 있어서 생체 계측치와 신체밀도 계측치를 제 1 표에 제시한다. 신장 평균이 165.4 cm, 체중 평균이 57.3 kg 인 이들의 신체 밀도는 평균 1.07478 kg/l (범위 1.0491~1.0935) 이었으며, 이로부터 계산된 총지방량은 평균 10.5% 체중이었고, 무지방 체중은 89.4% 체중이었다. 피부두께 두께는 등에서 10.4 (S.D.±8.9)mm 이었으며, 팔에서 4.85 (S.D.±5.7) 허리에서 7.22 (S.D.±11.0)mm, 배에서 7.62 (S.D.±10.4)mm, 평균 두께는 7.59 (S.D.±7.59)mm 이었다.

피부두께 두께와 밀도 및 총지방량 사이의 상관관계는 각각 고도이었으며 값을 제 2 표에 제시한다. 체중과 평균 피부두께 두께 사이의 상관 계수는 (제 2 표)

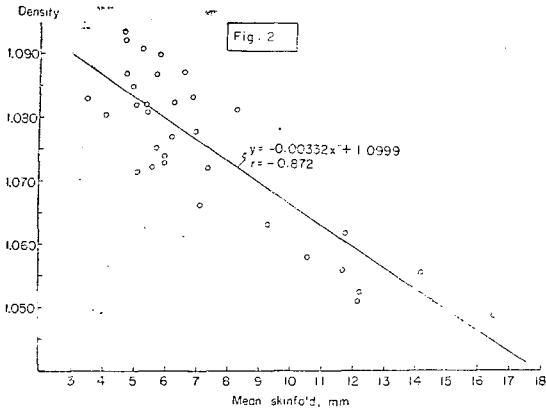


Fig. 2. Relationship between mean skinfold thickness (mm) and body density (kg/l) in middle-aged men.

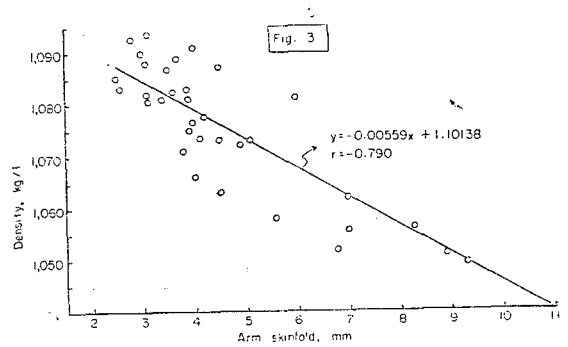


Fig. 3. Relationship between arm skinfold thickness and body density.

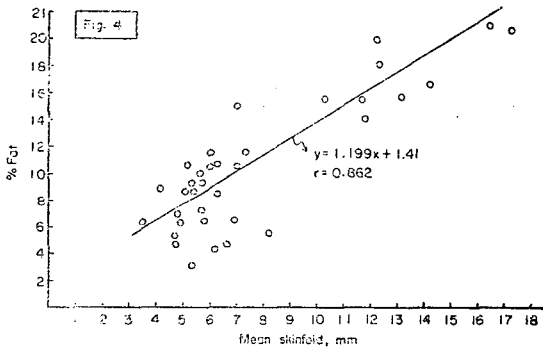


Fig. 4. Relationship between mean skinfold thickness and total body fat (% body weight).

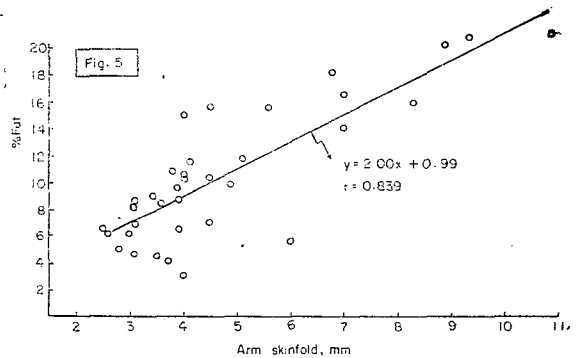


Fig. 5. Relationship between arm skinfold thickness and total body fat (% body weight).

$r=0.733$ 이었으며, 제 1도에 보는 바와 같이 둘 사이의 관계는 $y=0.411x-15.98$ 로 표시되었다. 즉 중년 남자에 있어서 체중의 증가는 총지방량 증가를 가리키는 일이라 하겠다.

체중과 팔의 피부두겹 두께 사이의 상관 관계는 상관 계수가 $r=0.409$ 로서 평균 두겹 두께에 비하여 상관도가 훨씬 낮았다. 이것은 팔의 피부두겹 두께의 개인차가 대단히 크므로 (평균치 4.85 mm에 대하여 표준오차는 5.7 mm나 되는 것이다) 나타나는 일이라 해석된다.

피부두겹 두께가 클수록 신체 밀도는 작아졌는데, 이런 관계는 네군데 측정 부위 독립적으로나 평균 두께에서나 모두 볼 수 있었다. 둘 사이의 상관 관계는 평균 피부두겹 두께와 밀도 사이에서 가장 고도이었으며,

상관 계수는 $r=-0.872$ 이었고, 다음으로 팔의 피부두겹이 $r=-0.790$ 을 보였다. 제 2도는 평균 피부두겹 두께와 신체 밀도 사이의 관계를 보이는 것이며, 제 3도는 팔의 피부두겹과 신체 밀도 사이의 관계를 보이는 것이다. 등의 피부두겹과 신체 밀도 사이의 관계는 $r=-0.639$ 이었으며, 허리의 피부두겹은 $r=-0.757$, 배의 피부두겹은 $r=-0.746$ 의 관계를 보였다. 즉 피부두겹 측정을 네군데 하는 대신에 팔 하나에서만 측정하여도 $r=-.790$ 이 보이는 상관 관계로 그 정밀성이 크게 손상되지 않았다.

피부두겹 두께와 총지방량 사이에는 정상관 관계가 있었다. 즉 네군데의 평균 피부두겹 두께와 총지방량 사이에는 상관 계수가 $r=0.862$ 라는 고도의 상관 관계가 있었으며 제 4도에 이 관계를 보인다. 팔의 피부두

겹 두께도 상관 계수 $r=0.839$ 라는 고도의 상관 관계를 보였으며 제 5도는 이 관계를 보이는 것이다. 다음으로 고도의 상관 관계를 보인 것이 허리이였으며 상관 계수는 $r=0.822$, 배가 $r=0.803$ 이었고, 등의 피부 두께는 $r=0.668$ 로서 상관 관계가 제일 낮았다. 이리하여 총지방량을 간접적으로 측정함에 있어 피부두께 두께를 팔, 등, 허리 및 배의 네군데에서 하는 대신에 팔에서만 하나를 측정하여도 $y=2.00x+0.99$, $r=0.839$ 의 관계에 의하여 총지방량을 쉬이 계산할 수 있다.

고 찰

물속의 몸무게를 측정하고 이것을 이용하여 신체 밀도를 산출하였으며, 이 값을 Keys 와 Brozek (1953)의 공식에 대입하여 총지방량을 산출하는 한편으로, 피부두께 두께와의 사이의 상관 관계를 구하여 총지방량(%)의 간편한 측정 방법을 제시한 것이 이 논문의 골자이다. Brozek 등 (1963)은 이 논문에서 사용한 재래의 공식을 조금 수정하여 $\%Fat=100 \{ (4.570/D) - 4.142 \}$ 로 바꾸었는데, 이 수정식에 의하면 동일한 밀도값을 사용하여 총지방량이 재래식에 비하여 1/10가량 더 많이 산출된다. 이러한 차이는 총지방량 공식을 만들때의 전제 및 가정을 달리했던 일이 원인이며 후에 만든 것이 더 좋은 공식이라고 주장한다. 그러나 이 논문에서는 재래의 공식을 그냥 사용하였는데, 그것은 그 동안에 우리나라 사람을 대상으로 작성된 공식들이 있어서 모두 재래의 공식을 사용하였으므로 이들 연령층과 비교에 편차하기 위하여 한 것이다.

피부두께는 같은 나이에 있어서는 남자가 여자보다 신체 어느 부위에서 측정하여도 훨씬 작다. 평균 피부두께 두께는 체중과의 사이에 상관 계수가 $r=0.733$ 이라는 상관 관계가 있으므로 체중 단위로 피부두께 두께를 표시하여 보자. 제 3표는 우리나라 남녀 여러 연령층의 값을 보이는 것이다. 즉 체중 (kg)으로 평균 피부두께 두께 (mm)를 나눈 것인데 여자값은 모두 남자값에 비하여 거의 두배나 되게 크다. 남자 값은 중년을 제외하고는 0.140~0.142이며 유독 중년에서만 0.132로 다른 연령층에 비하여 약간의 차이가 있으나 거의 같은 값이라 하여도 무방할 것이다. 이렇게 체중 단위로 피부두께 두께를 표시하면 그 크기를 곧 비교할 수 있어 편리하다. 그것은 피부두께 두께의 연령에 따르는 변동이나 성별차, 개인차 등에 규칙성을 찾기가 곤란하므로 체중이라는 기준을 사용함이 객관성을 크게 하기 때문이다. 체중은 일생을 통하여 변동하는

Table 3. Ratio of mean skinfold thickness (mm) to body weight (kg)

| Sex | Age | N | Mean skinfold, mm/kg | Reference |
|-----|-------|----|----------------------|------------------|
| M | 13~16 | 48 | 0.140 | Kim & Nam, 1968 |
| M | 16~19 | 46 | 0.142 | Kim & Nam, 1968 |
| M | 22~28 | 50 | 0.141 | Park, 1963 |
| M | 40~50 | 35 | 0.132 | This study |
| F | 13~16 | 31 | 0.255 | Choi & Kim, 1968 |
| F | 16~18 | 48 | 0.336 | Choi & Kim, 1968 |
| F | 18~23 | 50 | 0.283 | Kim, 1967 |
| F | 33~44 | 44 | 0.287 | Cho et al., 1968 |

모습이 알려져 있으므로 (남기용 등, 1969) 체중에 대하여 피부두께 두께가 어떤 크기이라 하는 일은 곧 총지방량을 반영하는 일이라 할 수 있다.

체중에 대한 피부두께 두께의 비율이 제 3표에 보듯이 적어도 남자에서는 일정하나 신체 밀도 나아가 총지방량이 연령에 따라 상이하다. 이것은 세포내액, 세포외액, 광물질, 지방질 등 신체 구성 성분이 연령에 따라 변화함을 가리키는 일이다. 이런 변화에 불구하고 각 연령층에서는 피부두께 두께와 총지방량 사이에 고도의 상관 관계가 있으므로 안전하게 피부두께 측정으로 총지방량이 산출될 수 있다.

지금까지 한국인 남자에 있어 측정된 총지방량 자료를 제 4표에 제시한다. 이 표에는 모든 업적을 망라한 것은 아니며 제측방법도 아울러 기재하였다. 총지방량 측정의 직접법이라 할 수 있는 밀도법에 의한 업적은 대단히 적으며, 같은 직접법인 지시물질 희석법(indicator dilution method)에 의한 것은 업적이 더욱 적다. 대다수의 총지방량 측정 업적은 간편한 방법이고 간접적인 방법인 피부두께법에 의한 것이다. 피부두께 법에는 이것에 선행하여 직접법인 밀도법에 의한 총지방량 계산 공식이 있어야 하는 것으로 한국인에 관하여 10대, 20대, 30대 대상자에 적용되는 계산 공식이 남녀 모두 이미 제시된 것이 있으나, 40대 이상 남자를 대상으로 한 공식은 본 저자가 제시하는 것이 최초이다. 40대 이상 여자의 공식은 이미 발표된 것이 있다.

제 4표에 보드시피 남자의 총지방량이 연령과 어떤 특색있는 관계를 보이지 않는다. 이것은 신체 구성 성분이 40대까지는 연령에 따르는 변화가 없음(韓格富, 1960)과 일치하는 일이다. 본 실험 대상자 연령이 40.0~50.7세 사이에 분포되어 아직은 나이가 훨씬 증가되지 않은 사람들로써 이런 값이 얻어졌다고 생각된

Table 4. Body fat (%) and skinfold thickness (mm) of korean men

| Age, yr | | N | %Fat | Skinfold thickness, mm | | | | | Method of % fat | Occupation | Author |
|---------|-----------|-----|------|------------------------|------|-------|----------|------|-----------------|------------------------|-------------------|
| Mean | Range | | | Arm | Back | Waist | Abdo-men | Mean | | | |
| 6 | | 63 | 17.7 | 6.6 | 4.2 | | | | S | School boy | Nam et al., 1969 |
| 7 | | 111 | 16.9 | 6.4 | 4.2 | | | | S | | |
| 8 | | 120 | 17.5 | 6.3 | 4.4 | | | | S | | |
| 9 | | 132 | 16.0 | 6.5 | 5.0 | | | | S | | |
| 10 | | 200 | 15.6 | 6.8 | 5.1 | | | | S | | |
| 11 | | 219 | 15.4 | 7.3 | 5.5 | | | | S | | |
| 12 | | 422 | 15.5 | 6.9 | 5.4 | | | | S | | |
| 14 | 13~15 | 48 | 15.9 | 7.1 | 6.3 | 5.9 | 4.9 | 6.0 | D | Middle school boy | Nam & Kim, 1968 |
| 17 | 16~18 | 46 | 10.4 | 6.9 | 8.4 | 8.9 | 7.2 | 7.9 | D | High school boy | |
| | 17~21 | 792 | 17.6 | 4.3 | 10.4 | 13.8 | 10.0 | 9.9 | S | Student | Park et al., 1973 |
| 18.1 | 17.1~19.6 | 13 | 16.5 | | | | | | I | Student | Hahn, 1960 |
| 21 | 21~23 | 70 | 15.5 | 5.6 | 10.2 | 7.8 | 7.7 | 7.8 | S | M student | Jo & Nam, 1969 |
| 21.4 | 19.9~29.0 | 54 | 12.8 | | | | | | D | Student | Park, 1960 |
| 21.9 | | 15 | 11.9 | 5.0 | 7.6 | 9.9 | 6.2 | 7.2 | S | Top basket ball player | Nam et al., 1966 |
| 21.9 | 18.9~26.8 | 22 | 14.6 | 6.1 | 9.9 | 6.2 | 6.0 | 7.0 | S | Laborer | Im & Nam, 1965 |
| 23.0 | | 12 | 13.9 | 5.5 | 8.1 | 8.5 | 6.8 | 7.6 | S | Top boxer | Nam et al., 1966 |
| 23.1 | | 14 | 11.6 | 5.0 | 7.7 | 8.1 | 5.6 | 6.9 | S | Top volley ball player | Nam et al., 1966 |
| 24.9 | 20.0~28.8 | 10 | 18.7 | | | | | | I | Clerk | Hahn, 1960 |
| 25.4 | 20~38 | 500 | 16.1 | 7.3 | 11.6 | 11.2 | 9.7 | 10.0 | S | Soldier | Park, 1963 |
| 35.1 | 30.0~39.5 | 10 | 16.9 | | | | | | I | Clerk | Hahn, 1960 |
| 35.5 | 22.7~48.8 | 9 | 15.3 | | | | | | D | Laborer | Park, 1960 |
| 35.5 | 22.7~48.8 | 9 | 16.1 | | | | | | I | Laborer | Park, 1960 |
| 40.5 | | 21 | 16.6 | 6.8 | 14.1 | 13.0 | 14.5 | 12.1 | S | Sports coach | Nam et al., 1966 |
| 43.5 | 40.0~50.7 | 35 | 10.5 | 4.8 | 10.4 | 7.7 | 7.6 | 7.5 | D | Clerk | Present Study |
| 46.1 | 41.8~49.9 | 10 | 17.8 | | | | | | I | Clerk | Hahn, 1960 |
| 53.7 | 50.0~66.6 | 8 | 26.6 | | | | | | I | Clerk | Hahn, 1960 |

S : Skinfold thickness
 I : Indicator dilution
 D : Densitometry

다. 총지방량 측정에 있어 밀도법에 의한 것이 가장 작은 값을 나타내며, 이로서 본 실험 대상자의 총지방량이 체중의 10.5%에 불과한 값을 보인다고 생각된다. 밀도법에 의한 16~18세 대상자의 값이 10.4%를 제시하는 것도 이런 방법의 차이에 기인함이 주요한 원인이라 생각된다. 그러나 남자에 있어 16~18세의 고등학교 학생과 본 실험의 40세대에 있어서는 총지방량이 다른 연령층에 비하여 작다고 해도 크게 틀림이 없을 것이다. 지시물질 회색법에 의한(韓格富, 1960) 50세 이상인 남자에서는 총지방량이 26.6%로서 40세대 남자의 17.4%보다 훨씬 큰 것이었다. 제 4 표에 제시된 한국인 남자의 총지방량 자료로는 연령에 따르는 차이

는 큰 것이 아니라 보겠고 여러 값의 차이는 방법의 차이와 대상자의 개인차가 반영된 것이라고 하겠다. 밀도법을 다수인에 시행하기는 상당한 난점이 있어 여러 업적의 대상자수가 소수임을 면치 못했다. 피부두겹법과 같이 몇백명을 대상으로 한다면 확실한 것을 말할 수 있겠다.

피부두겹 두께 측정을 다수인 집단을 대상으로 하는 경우에는 팔 하나만 측정하여도 총지방량 산출에 그다지 큰 오차 없이 수행될 수 있다. 그것은 팔의 피부두겹 두께와 총지방량 사이의 상관 관계가 상관 계수 $r=0.839$ 로서 평균 피부두겹의 $r=0.862$ 에 비하여 그리 큰 차이를 보이지 않는 일로 뒷받침 된다.

결 론

중년 남자 (나이 40~50세) 35명을 대상으로 피부두께 두께 측정으로부터 총지방량을 산출할 수 있게 공식을 제시하였다. 물속의 체중을 측정하여 얻은 신체 밀도로부터 총지방량을 산출하는 한편 팔, 등, 허리 및 배의 네군데 피부두께 두께와의 사이의 상관 관계를 구하여 공식을 유도하였다.

중년 남자의 비중은 평균 1.07478 kg/l, 총지방량은 10.51%, 무지방 체중은 89.49%이었다. 피부두께 두께는 팔에서 4.85 mm, 등에서 10.4, 허리에서 7.72, 배에서 7.62 mm 이었으며, 이상 네군데의 평균 피부두께 두께는 7.59 mm 이었다.

피부두께 두께와 신체 밀도 사이의 상관 관계는 고도이었다. 즉, 팔에서 $r = -0.790$, 등에서 $r = -0.639$, 허리에서 $r = -0.757$, 배에서 $r = -0.746$, 평균 두께와의 사이에 $r = -0.872$ 로 가장 높았다. 피부두께 두께와 총지방량 사이의 상관 관계도 높았으며, 등에서 $r = 0.668$, 허리에서 $r = 0.822$, 배에서 $r = 0.803$ 이었다. 팔과 평균 두께는 총지방량 산출에 대표적으로 사용될 수 있는 것이었으며 피부두께 두께(x, mm)와 총지방량(y, % body weight) 사이에 다음과 같은 관계가 있었다.

$$\text{팔에서 } y = 2.00x + 0.99, r = 0.839,$$

$$\text{평균 두께에서 } y = 1.20x + 1.41, r = 0.862$$

체중과 피부두께 사이에도 고도의 상관 관계가 있었으며 ($r = 0.733$), 평균 피부두께 두께 (mm)의 체중 (kg)에 대한 비율이 0.132이었다.

REFERENCES

金鎮久, 南基鏞 : 남자 중·고등 학생에 있어서 피부두께법에 의한 총지방량 측정. 대한 생리학회지 2: 31, 1968.
 金弘善 : 밀도법 및 피부 두께집기법에 의한 한국 여학생의 총지방량 측정. 수도의대잡지 4:21, 1967.
 남기용 : 인체의 총지방량, 대한군진의학 2:27, 1962.
 南基鏞, 金基煥, 成樂應, 張信堯 : 한국대표 남녀 운동선수의 총지방량. 스포츠의학 연구보고서 3:157, 1966.
 南基鏞, 金應振, 金仁遠, 申東薰, 張信堯, 成樂應, 李相敦, 金祐謙, 崔德瓊, 金春熙, 李種珩, 嚴隆義 : 한국인 청소년의 체격 기준에 관한 연구. 대한생

리학회지 3:101, 1969.
 朴吉秀 : 成人 男子에서 密度法에 依한 總脂肪量 및 總水分量 測定. 서울의대잡지, 1:49, 1960.
 朴景華 : 피부 두께집기법에 의한 한국 공군 장병의 총지방량 측정. 항공의학 11:89, 1963.
 朴淳永, 沈惠一, 李炳甲 : 一部私立大學校 學生의 體格計測值의 相關關係와 皮下脂肪厚 測定에 依한 脂肪量 測定에 關한 研究(I). 最新醫學 16:1065, 1973.
 任昇宰, 南基鏞 : 남자의 최대 산소 섭취량과 신체구성 성분 사이의 관계. 스포츠의학 연구보고서 2:89, 1965.
 曹允植, 南基鏞 : 사람의 피부두께 및 총지방량에 관한 연구, 제 1 권, 총지방량의 계절적 변동. 대한생리학회지 3:29, 1969.
 崔德瓊, 金子燾 : 밀도법 및 피부두께법에 의한 여자 중·고등 학생의 총지방량. 우석의대잡지 5:1, 1968.
 崔德瓊, 申孝淑, 黃愛蓮 : 밀도법 및 피부두께법에 의한 중년 부인의 총지방량. 대한생리학회지 2:89, 1968.
 韓格富 : 남자에서 앤티피린과 치오싸이아네이트 희석법에 의한 신체 성분 분석 및 산소 소비량에 관한 연구. 의학 다이제스트 2:21, 1960.
 Allen, T.H., M.T. Peng, K.P. Chen, T.F. Huang, C. Chang, and H.S. Fang: Prediction of total adiposity from skinfolds and the curvilinear relationship between external and internal adiposity. Metabolism 5:346, 1956.
 Brozek, J., G. Grande, J.T. Anderson, and A. Keys: Densitometric analysis of body composition: revision of some quantitative assumptions. Ann. N.Y. Acad. Sci. 110:113, 1963.
 Keys, A., and J. Brozek: Body fat in adult man. Physiol. Rev. 33:245, 1953.
 Lange, K.O., and J. Brozek: A new model of skinfold caliper. Am. J. Phys. Anthropol. 19:98, 1961.
 Metropolitan Life Insurance Co. Statist. Bull. 41: 1960.
 Rahn, H., W.O. Fenn, and A.B. Otis: Daily variations of vital capacity, residual air, and expiratory reserve including a study of the residual air method. J. Appl. Physiol. 1:725, 1949.