

밀도법 및 피부두겹법에 의한 중년부인의 총지방량 측정*

우석대학교 의과대학 생리학교실

崔 德 瓊 · 申 孝 淑 · 黃 愛 蓮

=Abstract=

Total Body Fat Estimated by Means of Densitometry and Skinfold Thickness Method in Middle Aged Housewives

D.K. Choi, M.D., H.S. Shin, M.D., and E.R. Hwang, M.D.

Department of Physiology, Woo Sok University Medical College, Seoul, Korea

Total body fat measurements were performed in 342 housewives. In 44 of them (age 38.4 yr.) both the densitometry and skinfold thickness methods were made and regression equations between skinfold and total body fat were derived. In the 298 housewives (age 35.0 yr.) skinfold thickness at four sites (arm, back, waist, abdomen) were measured and total body fat was calculated. The following results were obtained.

1. The data in 44 subjects by means of densitometry and skinfold thickness were: body weight: 51.8 kg, body length: 153.4 cm, body surface area: 1.47 m², body volume: 50.2 l, body density: 1.0334 kg/l, total body fat: 25.2% body weight, mean skinfold thickness at four sites 14.9 mm.

2. There were correlations of high degree between skinfold thickness and fat (%), fat (kg), and body density. The correlation coefficients were $r=0.767$, $r=0.846$, $r=-0.765$, respectively. Subsequently, the following regression equations were obtained.

$$\% \text{fat} = 0.39 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 19.36$$

$$\text{Fat (kg)} = 0.414 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 7.01$$

$$\text{Body density} = -0.00099 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 1.0489$$

3. In 298 subjects mean skinfold thickness of four sites was 20.6mm and total body fat was calculated as 27.4% body weight from the above equation.

서 론

인체 구성성분을 구분하여 활동조직과 비활동조직의 비율을 검토하는 것은 인체의 에너지 소모를 조사하는데 중요한 일이다. 뿐만 아니라 비활동조직인 지방량의 많고 적음은 순환계 및 호흡계에도 영향을 미치고 지나친 지방량이 활동조직의 작업성능을 낮추는 것은 잘 아는 사실이다.

지방량의 측정 방법에는 직접, 간접법으로 여러가지가 있고 국내에서도 이미 남녀 연령별 지방량 측정에 관한 많은 발표가 있다.^{3,5-12)}

금번 저자들은 간접적 지방량 측정에서 가장 신빙성이 크다고 믿어지는^{9,15)} 신체밀도법 및 피부두겹법을 이용하여 중년부인 342명을 대상으로 총지방량을 측정하였기에 보고하고자 한다.

실험대상 및 실험방법

실험대상은 중정도 생활인 가정부인 342명이었다. 그 중 44명(평균연령 38.4세)에서는 신체밀도법과 피부두겹법을 시행하고 양자 사이의 상관관계로부터 총지방량을 산출하는 공식을 만들었다. 298명(평균연령 35.0세)에서는 피부두겹 두께만 측정하고 그 값을 앞서 만든 식에 대입하여 총지방량을 산출하였다.

* 서울대학교 의과대학 국민체력과학연구소 논문 제 30호

신체밀도 측정은 신체밀도 D, 공기중의 몸무게 M_a , 물속의 몸무게 M_w , 허파속의 잔기량 RV, 물의 밀도 a 일때

$$D = \frac{M_a}{M_a - (M_w - RV)} \times a$$

의 식에 의하였고⁴⁾ 물속의 몸무게를 측정할 때는 최대한의 호흡을 강요하여 허파속 잔기량을 적게하였다.

허파속 잔기량의 측정은 Rahn의 three breathing method¹⁴⁾에 의하였고 가스분석은 Godart 회사제의 Nitrograph를 사용하였다. 신체밀도에서 총지방량을 산출하는데는 Keys and Brozek⁴⁾에 따라

$$\%fat = \frac{4.201}{D} - 3.813$$

을 이용하였다.

피부두점 두께 측정은 Lange Skinfold Caliper(Camb-ridge Sci. Ind., 제품)를 사용하였고 측정 부위는 4군데로서 팔 (arm): 상박후면 중간부, 등(back): 견갑골 최하단부, 허리(waist): 장골절 직상부, 배(abdomen): 늑골호와 유방선의 맞나는 부위이고 선 자세(standing position)로 오른쪽에서 측정하였으며 각각 세번 반복하여 평균값을 취하였다.¹⁾

실험 성적

밀도법 및 피부두점법을 시행한 44명(연령 범위 33.5~44.3세)의 실험성적을 표 1에 제시한다. 이들의 평균연령은 38.4±3.8세(Mean±S.D.)이고 체중은 51.8±6.48 kg(범위 37.0~77.2), 신장 153.4±4.56 cm(범위 139.7~160.2), 체표면적 1.47±0.32 m²(범위 1.25~1.79)이었다. 허파속 잔기량은 0.95±0.61 l(범위 0.75~1.26)로서 약간 낮은 편이나²⁾ 별 의의는 없는 것으로 생각되었다. 신체 용적은 50.2±6.71 l(범위 37.9~75.9)이며 신체밀도는 1.0334±0.0083 kg/l(범위 1.0163~1.0498)로서 정상값을 얻었다고 하겠다.⁵⁾ 신체밀도로부터 산출된 총지방량은 13.2±3.16 kg(범위 8.6~24.7)이고 무지방체중은 38.6±4.14kg(범위 28.4~52.5)이었다.

이들은 각각 체중에 대하여 25.2±3.29%fat(범위 18.9~32.0), 74.8±3.29% LBM(범위 68.0~81.1)이므로서 다른 값들과^{5,6)} 비슷하였다.

피부두점 두께값은 팔에서 13.5±4.18 mm(범위 9.2~24.8), 등에서 16.2±6.99 mm(범위 7.6~32.5), 허리에서 14.8±8.75mm(범위 4.8~44.0), 배에서 15.1±7.14 mm(범위 6.8~47.0)이고 4군데 평균값은 14.9±6.46 mm(범위 7.2~39.5)이었다.

Table 2. Regression equations between skinfold thickness and fat weight and body density in housewives N=44

Y	X	
	Mean skinfold thickness(mm)	Regression equation
fat(%)	r = 0.767	Y = 0.39X + 19.36
Fat(kg)	r = 0.846	X = 0.414X + 7.01
Body density	r = -0.765	Y = -0.00099X + 1.0489

피부두점 두께와 총지방량(kg, %fat) 및 신체밀도 사이의 상관관계를 표 2에 제시한다. 즉 피부두점 두께와 %fat 사이의 상관계수가 r=0.767, fat(kg)와는 r=0.846, 신체밀도와의 사이에 r=-0.765로서, 이로부터 각각 다음과 같은 회귀방정식을 얻었다.

$$\%fat = 0.39 \times \text{피부두점두께 (mm)} + 19.36$$

$$\text{Fat(kg)} = 0.414 \times \text{피부두점두께 (mm)} + 7.01$$

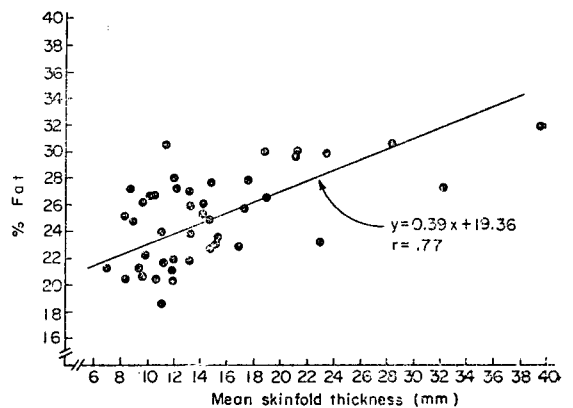


Fig. 1. The correlation between skinfold thickness and % fat in 44 housewives.

Table 1. Fat weight and skinfold thickness of 44 housewives

	Age (yr)	Weight (kg)	Height (cm)	BSA (m ²)	RV (l)	BV (l)	B-D (kg/l)	FW (kg)	LBM (kg)	% Fat	% LBM	Skinfold thickness (mm)				
												Arm	Back	Waist	Abdomen	Mean
Mean	38.4	51.8	153.4	1.47	0.95	50.2	1.0334	13.2	38.6	25.2	74.8	13.5	16.2	14.8	15.1	14.9
S.D.	3.8	6.48	4.56	0.32	0.61	6.71	0.0083	3.16	4.14	3.29	3.29	4.18	6.99	8.75	7.14	6.46
Range	33.5-44.3	37.0-77.2	139.7-160.2	1.25-1.79	0.75-1.26	37.9-75.9	1.0163-1.0498	8.6-24.7	28.4-52.5	18.9-32.0	68.0-81.1	9.2-24.8	7.6-32.5	4.8-44.0	6.8-47.0	7.2-39.5

Table 3. Fat weight and skinfold thickness of 298 housewives

	Age(yr)	Ht(cm)	Wt(kg)	Skinfold thickness(mm)					% Fat
				Arm	Back	Waist	Abdomen	Mean	
Mean	35.0	153.8	51.9	21.1	19.4	19.9	21.9	20.6	27.4
S.D.	6.48	9.80	9.10	6.29	7.22	6.51	8.12	6.74	2.63
Range	22.5~ 54.5	108~ 167	36.8~ 78.5	8.0~ 42.7	7.8 41.5	-6.0~ 39.8	8.3~ 45.2	9.9 40.2	23.2~ 35.0

Table 4. Fat weight and skinfold thickness of Korean women

Age(yr)	N	%fat	Skinfold thickness(mm)					Occupation	Method
			Arm	Back	Waist	Abdom.	Mean		
11 ⁶⁾	61	22.7	10.4	7.7	8.8	7.7	8.7	M.S.G.	S.
12 ⁶⁾	346	23.3	11.3	8.1	10.3	8.4	9.4	M.S.G.	S.
13 ⁶⁾	64	23.7	11.7	8.8	10.3	9.3	9.9	M.S.G.	S.
14 ⁶⁾	32	27.3	16.1	13.8	15.6	14.4	14.9	H.S.G.	S.
15 ⁶⁾	50	28.4	15.9	15.1	15.6	15.9	15.6	H.S.G.	S.
16 ⁶⁾	22	29.6	17.5	15.7	17.3	17.1	16.9	H.S.G.	S.
14.1 ⁶⁾	31	23.8	11.2	9.8	10.4	9.4	10.2	M.S.G.	D.&S.
16.7 ⁶⁾	48	24.2	16.6	15.9	17.7	15.3	16.4	H.S.G.	D.&S.
20.4 ⁵⁾	50	22.8	17.1	17.0	13.5	10.6	14.6	Nurse S.G.	D.&S.
19.1 ⁵⁾	295	22.7	15.8	15.6	13.5	10.3	13.8	Nurre & H.S.G.	S.
38.4	44	25.2	13.5	16.2	14.8	15.1	14.9	H.W.	D.&S.
35.0	298	27.4	21.1	19.4	19.9	21.9	20.6	H.W.	S.
18.3 ¹⁰⁾	10	19.2	11.1	8.3	7.5	9.3	8.9	Track runner	S.
18.9 ¹⁰⁾	11	17.3	13.3	11.1	9.3	13.6	11.7	Basket ball	S.
20.3 ¹⁰⁾	14	18.1	15.4	11.3	13.7	12.4	13.2	Valley ball player	S.
18.3 ⁸⁾	5	18.2	13.3	12.3	11.0	15.7	13.1	Basket ball player	S.

D.&S.....Densitometry and skinfold thickness method

S.....Skinfold thickness method

M.S.G.....Middle school girl

H.S.G.....High school girl

H.W.....Housewife

으로부터 얻은 총지방량은 27.4±2.63 %fat(범위 23.2 ~35.0)로서 밀도법을 시행한 실험군의 25.2% fat 보다 약간 높은 값이었다.

Body density = -0.00099 × (피부두겹 두께 mm) + 1.0489

이러한 관계를 그림 1 과 2 에 제시하였다. 피부두겹 두께만 측정된 298 명의 실험결과를 표 3 에 제시한다. 이들의 평균 연령은 35.0±6.48 세이고 신장이 153.8±9.8 cm(범위 108~167), 체중은 51.9±9.1 kg(범위 36.8~78.5)로서 정상 체격이라하겠다. 피부두겹 두께는 팔에서 21.1±6.29 mm(범위 8.0~42.7), 등에서 19.4±7.22 mm(범위 7.8~41.5), 허리에서 19.9±6.51 mm(범위 6.0~39.8), 배에서 21.9±8.12mm(범위 8.3~45.2) 이고 4 군데 평균값은 20.6±6.74 mm(범위 9.9~40.2) 로서 약간 큰 값이 었다. 따라서 피부두겹 두께 평균값

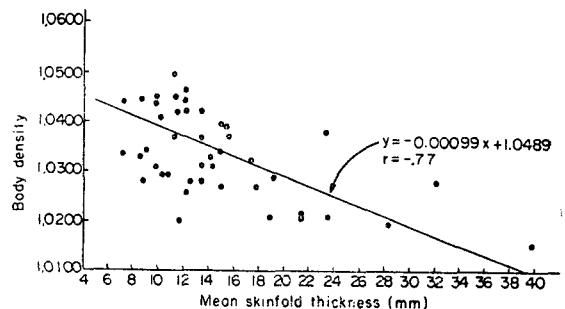


Fig. 2. The correlation between skinfold thickness and body density in 44 housewives.

고 찰

본 실험에서 밀도법과 피부두겹법을 시행한 44 명에서는 총지방량 25.2 %fat 를, 피부두겹법만 시행한 298 명의 대상자에서는 27.4 %fat 를 얻었다. 우리나라에서 같은 방법으로 측정한 여러 값들을 보면 1967 년 金⁶⁾은 여자 중학생에서 23.8 %fat 를, 여자 고등학생에서 24.2 %fat 를 보고 하였고 1966 년 金⁵⁾은 여자대학생에서 22.8 %fat 를, 朴¹²⁾은 공군장병에서 15.7 %fat 를, 1966 년 南,¹⁰⁾ 李⁸⁾는 20 세 전후의 각종 여자운동선수에서 각각 19.2% fat, 17.3 %fat, 18.1 %fat, 18.2 %fat 를 발표한다.

일반적으로 신체 총지방량은 여자가 남자보다 크고 비운동선수가 운동선수 보다 크며 측정방법과 생활주도에 따라 차이가 있음이 보고되어 있는데¹⁰⁾ 같은 여성에서도 성장이 완성한 13.4 세를 전후하여 피부두겹 두께와 총지방량의 급격한 증가가 나타나고 일정한 성장에도 달하였다고 생각할 수 있는 16.7 세 이후에는 연령차로 나타낼 수 있는 지방량의 뚜렷한 증가는 없다는 보고가 있다.^{5,6)}

이상으로 보아 본실험의 25.2 %fat, 27.4 %fat 는 정상 중년부인의 총지방량을 가리킨다고 하겠다. 양실험군이 다 같이 중년부인인데도 2.2%의 차를 보인 것은 피부두겹두께 평균값이 각각 14.9 mm, 20.6 mm 였던 것이 원인이라고 생각된다.

신체밀도와 피부두겹두께의 상관관계로부터

$$\%fat = 0.39 \times MST + 19.3$$

이라는 산출식을 얻었는데 다른 연구자의 연령별 총지방

$$\%fat = 0.747 \times MST + 16.21 (\text{여중}^{5)})$$

$$\%fat = 0.544 \times MST + 15.32 (\text{여고}^{5)})$$

$$\%fat = 0.58 \times MST + 14.31 (\text{여대}^{4)})$$

의 산출식들과 비교하여 보면 회귀방정식의 기울기를 나타내는 0.747, 0.544, 0.58, 0.39 등의 숫자가 연령의 증가와 더불어 감소하고 있음을 본다. 이것은 곧 연령증가에 따라 방정식의 기울기가 완만하여지고 피부두겹두께의 변동에 따르는 신체밀도 및 총지방량의 변동이 그리 크지 않다는 것을 나타내고 있다. 金⁶⁾이 발표한 여고생 피부두겹 두께가 16.4 mm 인데 신체밀도는 1.0357 이고 총지방량은 24.2 %fat 이었으나 본실험에서는 피부두겹두께가 14.9 mm 인데 신체밀도는 1.0334 로서 총지방량 25.2 %fat 를 얻었음은 우연한 일치로 위의 사실을 더욱 뒷받침하는 것이라 생각되었다.

허파속 잔기량은 신체밀도 측정에 많은 영향을 주는 것이나 본 실험에서 얻은 0.95 l 는 우리나라의 같은 연령의 정상값²⁾보다 약간 적은 값이었다. 이것은 실험방법의 차에서 온 것으로 큰 의의는 없고 신체밀도 1.0334

는 여대생의 1.0395,⁵⁾ 여중생의 1.0370,⁶⁾ Parizkova¹³⁾의 1.030 등과 비슷하고 朴¹²⁾의 남자 1.057 보다는 낮은 값이었다.

피부두겹 두께와 총지방량, 신체밀도 사이의 상관관계를 보면 각각 $r=0.767$, $r=0.846$, $r=-0.765$ 를 얻었는데 金⁶⁾의 여자중학생에서 $r=0.766$, $r=0.818$, $r=-0.807$ 과 여자고등학생의 $r=0.766$, $r=0.748$, $r=-0.747$, 여자대학생⁵⁾의 $r=0.775$, $r=0.783$, $r=-0.766$ 과 비슷하고 Taylor¹⁶⁾의 $r=0.77$, $r=0.86$ 과도 비슷한 값이었다.

이상과 같은 관점에서 $\%fat = 0.39 \times MST(mm) + 19.36$

$$Fat(kg) = 0.414 \times MST(mm) + 7.01$$

$$B-D = -0.00099 \times MST(mm) + 1.0489$$

는 실제로 사용할 수 있는 것이라고 믿어진다.

결 론

중년부인 342 명을 대상으로 밀도법 및 피부두겹법에 의하여 총지방량을 측정하였다.

그중 44 명(평균연령 38.4 세 범위 33.5~44.3)에서는 밀도법에 의하여 신체 총지방량을 측정하고 곁하여 피부두겹법(팔, 등, 허리, 배 4 군데)을 시행하여 양자간의 상관관계를 구하고 회귀방정식을 산출하였다. 298 명(평균연령 35.0 세 범위 22.5~54.5)에서는 피부두겹두께만 측정하고 상기 회귀방정식에 대입하여 총지방량을 산출한 결과는 다음과 같았다.

1) 밀도법을 시행한 44 명의 평균 체중은 51.8 kg, 신장 153.4 cm, 체표면적 1.47 m², 신체용적 50.2 l, 신체밀도 1.0334 kg/l 이었다.

2) 총지방량은 25.2%fat 이고 피부두겹두께 4 군데 평균값은 14.9mm 이었다.

3) 피부두겹두께와 %fat, fat(kg), 신체밀도 사이의 상관관계는 각각 $r=0.767$, $r=0.846$, $r=-0.765$ 이었으며 이로부터

$$\%fat = 0.39 \times MST(mm) + 19.36$$

$$Fat(kg) = 0.414 \times MST(mm) + 7.01$$

$$Body\ density = -0.00099 \times MST(mm) + 1.0489$$

를 얻었다.

4) 피부두겹 두께만 측정한 298 명에서는 그 평균값이 20.6 mm 이고 총지방량은 27.4% body weight 이었다.

REFERENCES

- 1) Best, W.R.: *An improved caliper for measurement of skinfold thickness. J. Lab. and Clin. Med., 43:27, 1954.*
- 2) 崔德瓊·金子香·李德淑·李順子: 한국여성의 연령

- 별 정상체용적 측정. 대한생리학회지 1:1, 1967.
- 3) 韓格富 : 남자에서 안티피틴과 치오싸이아네이트 회석법에 의한 신체 성분분석 및 산소소비량에 관한 연구. 醫學다이제스트, 2: No. 12, 1960.
 - 4) Keys, A. and Brozek, J.: *Body fat in adult man. Physiol. Rev.* 33, 1953.
 - 5) 金弘善 : 밀도법 및 피부두점집기법에 의한 한국여학생의 총지방량 측정. 수도의대 잡지, 4:1, 1967.
 - 6) 金子喬 : 밀도법 및 피부두점집기법에 의한 여자 중고등학생의 총지방량 측정. 우석의대 잡지 5:1, 1968.
 - 7) Kim Wan Shick: *Soft tissue teleroentgenographic measurement of total body fat in women.* 서울의대잡지, 3:393, 1962.
 - 8) 李德淑 : 여자 고등학생의 최대산소 섭취량과 신체구성 성분사이의 관계. 우석의대잡지, 3:1, 1966.
 - 9) 南基鏞 : 인체 총지방량. 대한근건의학, 2:27, 1963.
 - 10) 南基鏞 · 金基煥 · 成樂應 · 張信堯 : 한국대표남여 운동선수의 총지방량. 스포츠科學研究報告書, 3:1, 1966.
 - 11) 朴吉秀 : 성인남자에서 밀도법에 의한 총지방량 및 총수분량의 측정. 서울의대잡지, 1:49, 1960.
 - 12) 朴景華 : 피부두점집기법에 의한 한국공군 장병의 총지방량 측정. 航空醫學, 11:2, 1963.
 - 13) Parizkova, Jana: *Age trends in fat in normal and obese children. J. Appl. Physiol.*, 16:173, 1961.
 - 14) Rahn, H.W., Fenn, W.O., Otis, A.B.: *Daily variation of vital capacity, residual air and expiratory reserve including a study of the residual air method. J. Appl. Physiol.* 1:72, 1948.
 - 15) Rathbun, E.N. and N. Pace: *Studies on body composition. 1. The determination of total body fat by means of body specific gravity. J. Biol. Chem.* 158:667, 1945.
 - 16) Taylor, H.L. and Brozek, J. and Keys: *Basal cardiac function and body composition with special reference to obesity. J. Clin. Invest.* 31:967, 1952.