

남자 중·고등 학생에 있어서 피부두겹 법에 의한 총지방량 측정*

서울대학교 의과대학 생리학교실 및 국민체력과학 연구소

金 鎮 久 · 南 基 鏞

=Abstract=

Total Body Fat Measurement by Means of Skinfolde in The Secondary School Boys

Chin Koo Kim and Kee Yong Nam

Department of Physiology and Physical Culture Research Institute,

Seoul National University College of Medicine, Seoul, Korea

Total body fat measurement by means of skinfold thickness was performed in 94 secondary school boys. Hydrostatic weighing was made on the same subject and corrected for residual volume in lung. Skinfold thicknesses at four sites, namely, back, waist, arm and abdomen, were compared with total body fat calculated from the equation given by Keys and Brozek and regression equation were computed.

In 48 middle school boys aged between 13 and 16 years and 46 high school boys aged between 16 and 19 years, skinfold thicknesses increased at all 4 sites as age increased. The body density, however, showed different pattern. In middle school ages, body density showed little variation. Density in 13-14 years was 1.0608, in 14-15 years 1.0578 and in 15-16 years 1.0546. In high school ages density increased abruptly to 1.0703 (16 yr.), 1.0730 (17 yr.) and 1.0740 (18 yr.). Subsequently 15 years was a boundary for density change and total body fat change.

In middle school boys as a group of 48 the observed values were: density: 1.0562, total body fat: 15.9%, mean skinfold thickness at four sites: 6.02 mm. The coefficient of correlation between mean skinfold thickness and density were $r = -0.759$ and $r = 0.781$ with %fat. The regression equations were:

$$\text{Body density} = -0.00527 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 1.0879,$$

$$\% \text{Fat} = 1.933 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 4.26$$

In high school boys the values were: density: 1.0723, body fat: 10.4%, and mean skinfold thickness: 7.89 mm. Coefficients of correlation between mean skinfold thickness and density were $r = -0.868$ and $r = 0.855$ with % fat. Thus,

$$\text{Body density} = -0.00365 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 1.1008, \text{ and}$$

$$\% \text{Fat} = 1.326 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} - 0.064, \text{ were obtained.}$$

Although skinfold thicknesses at 4 sites showed a continuous increase in absolute value as age increased, relative growth of skinfold at specific site differed. On arm the growth of skinfold showed a decrease and on waist it showed an increase as compared to the mean thickness.

인체의 총지방량의 정확한 측정은 개인의 영양 상태를 평가하는데 없어서는 아니될 기준의 하나이다. 그러므로 총지방량의 측정이 요구되는 것이나 이것의 정확

*국민체력과학 연구소 논문 제28호

한 측정은 시간이 걸리고 곤란한 점이 많다. 간접적 방법으로는 회석법을 응용한 총수분량법,¹⁾ X-선법,^{2,3)} 밀도법(densitometry),⁴⁾ 피부두점법⁵⁾ 등이 있는데 동물의 지방질을 추출하여 측정하는 직접법의 값과 대동소이한 것이다. 그러나 간접법 단독으로 측정하는데 있어서는 밀도법이 가장 정확한 것이다. 그러나 이것은 그 측정이 간편하지 않은 단점이 있다. 제일 간편한 것은 칼립 피를 사용하여 측정하는 피부두점법이 있는데 이것은 피하지방으로 대표되는 소위 외부지방량(external fat)을 쉽게 얻을 수 있으나 총지방량과의 정확한 관계를 알려면 밀도법이나 총수분량법과의 상호 관계를 동시에 검토하여야만 한다.

총지방량과 피하지방량의 관계는 신체 발육과 연령진행에 따라서 변화하는 것으로 지방의 축적 부위가 이동하여 변화한다. 연령 진행에 따라서 피하지방이 줄고 몸속의 빈곳으로 이동한다든가 팔다리로부터 몸동으로 이동한다든가 한다.⁶⁾ 이리하여 총지방량과 피하지방량의 양적 비율은 연령에 따라서 변화한다. 한편으로는 총지방량 자체의 크기도 연령에 따라서 변화하므로⁷⁾ 총지방량과 피하지방량의 관계는 더욱 복잡하여 진다. 그러므로 피하지방량을 제일 간단히 측정할 수 있는 피부두점법을 각 연령의 대상자에 시행함에 있어서는 그때마다 그 연령에 해당하는 총지방량을 똑똑히 알아야 한다. 즉 신빙성이 큰 밀도법에 의한 신체 밀도를 측정함으로써 총지방량을 아는 것이 그 하나의 방법이다.

이 논문은 나이가 13세와 19세 사이의 남자 중·고등학생 94명을 대상으로 신체 밀도 측정과 동시에 접계를 사용하여 피부두점의 크기를 측정하여 이들 둘 사이의 관계로부터 피부두점법에 의한 간편한 총지방량 측정 공식을 제시하는 것이다.

실험 방법

연령이 13세에서 16세에 이르는 남자 중학생 48명과 16세에서 19세에 이르는 남자 고등 학생 46명, 합계 94명을 대상으로 하였다. 그들의 체격은 제 1표에 보는 바와 같이 일반 한국인 동연령의 체격⁸⁾과 같은 것이었다. 이들에서 피부두점의 크기와 신체 밀도를 측정하고, 밀도로부터 계산되는 신체의 총지방량과 피부두점의 크기 사이의 상관 관계를 얻어서 이 공식으로부터 간편히 총지방량을 세할 수 있게 하였다.

밀도법에 의한 물속 몸무게는 커다란 물통 속에서 35°C로 가온한 물 속에 머리까지 완전히 잠그게 하여 측정하고 밀도를 다음과 같이 계산하였다.

$$D = \frac{M_a}{M_a - M_w} \times Q$$

여기에 D:밀도, M_a :공기중의 몸무게, M_w :물속의 몸

무게(허파의 잔기량을 교정한 것), Q:해당 온도의 물의 밀도이다. 물 속의 몸무게 측정은 세번 되풀이하였고 그 가운데서 제일 큰 값을 잡았다. 물 속에 대상자가 머리까지 잠글 때는 최대한의 넉숨을 뿜게하여 허파 속에 남는 잔기(residual volume)를 적게 하는데 노력하였다. 허파의 잔기량 측정은 세번 호흡하는 법⁹⁾에 따랐다. 넉숨 공기중의 질소함량 점정은 Godart 회사제의 Nitrograph를 사용하였다. 이리하여 얻는 잔기량은 그대로 35°C의 물의 무게라 간주하여 물속 몸무게 값에 합산하여 물속 몸무게를 교정하였다. 이밖의 소화관 속의 가스에 대하여는 특별한 유의를 하지 않았다.

신체 밀도(D)로부터 총지방량 산출에는 Keys와 Brozek가 제시한 공식¹⁰⁾을 사용하였다. 즉

$$\%Fat = \frac{4.201}{D} - 3.183$$

다만 이 공식의 신빙성은 성인 남자에서는 증명되었으나 이것이 그대로 곧 발육이 완전히 끝나지 않은 13세 내지 19세의 중·고등 학생에 적용될지는 의문이다. 여기서 이 공식을 사용함에는 그러므로 중·고등 학생의 신체 구성 성분의 양적비율이 성인의 그것과 같다는 가정이 들어 있다.

피부두점(skinfold)은 Lange의 집계(Cambridge Sci. Ind., Inc. 제조)를 사용하였으며 측정 부위는 4부위로서 등(back)은 우측 견갑골의 최하단 부위, 허리(waist)는 우측 장골절 바로 위에 액과중간선(midaxillary line) 상에서, 팔(arm)은 우측 상박 후면 중간 부위에서, 배(abdomen)는 우측 늑골호 위의 유방선(mammillary line) 위에서 각각 3회 반복 측정한 평균치를 잡았다. 측정의 기타 상세한 점은 박경화¹¹⁾가 한것과 같았다. 4군데의 피부두점의 값은 이것들의 평균치를 산출하여 취급하기도 하였다.

실험 성적

나이가 13세로부터 19세에 이르는 남자 학생의 측정치를 제 1표에 보인다. 신장과 체중으로 보면 나이와 함께 발육이 진행함을 볼 수 있으며 18—19세에 이르러서 발육이 정지되는 것을 본다. 이것은 1956년의 김인달 보고⁸⁾의 20세에 166.81cm보다 적은 값이며 대상자 수효가 적은 것이 원인이라 생각된다. 등, 허리, 팔 및 배의 4군데에서 측정된 피부두점의 평균 두께도 발육의 진행과 함께 증가하여서 13—14세에 5.27 mm, 14—15세에 6.09 mm, 15—16세에 6.42 mm, 16—17세에 7.26 mm, 17—18세에 7.39 mm 및 18—19세에 7.67 mm로서 신장과 체중이 18—19세에서 증가 없는 것과는 달리 증가의 추세를 유지하였다(제 7도).

신체 밀도는 제 1표와 제 1도에 보는 바와 같이 신장

Table 1. Values of mean skinfold thickness at 4 sites, and density in boys aged from 13 to 19 years

Age (yr)	No. of cases	Height (cm)	Weight(kg)	Mean skinfold thickness at 4-sites (mm)	Body density	%Fat	%LBM
13-14	11	148.2 (4.68)	36.8 (2.70)	5.27 (0.681)	1.0608 (0.00635)	14.7 (2.35)	85.3 (2.86)
14-15	20	155.5 (5.48)	43.0 (5.91)	6.09 (3.14)	1.0578 (0.00825)	15.7 (2.97)	84.3 (2.99)
15-16	17	158.0 (8.55)	47.0 (7.94)	6.42 (1.26)	1.0546 (0.00796)	17.0 (3.01)	83.0 (3.06)
16-17	19	162.9 (5.27)	52.6 (5.44)	7.26 (5.83)	1.0703 (0.00969)	11.0 (3.81)	89.0 (3.62)
17-18	16	165.8 (4.85)	57.5 (6.51)	7.39 (3.47)	1.0730 (0.00817)	10.2 (3.38)	89.8 (3.38)
18-19	11	165.1 (5.92)	57.2 (4.47)	7.67 (1.19)	1.0740 (0.00483)	9.5 (1.75)	90.5 (1.78)

Values are Mean± (S.D.)

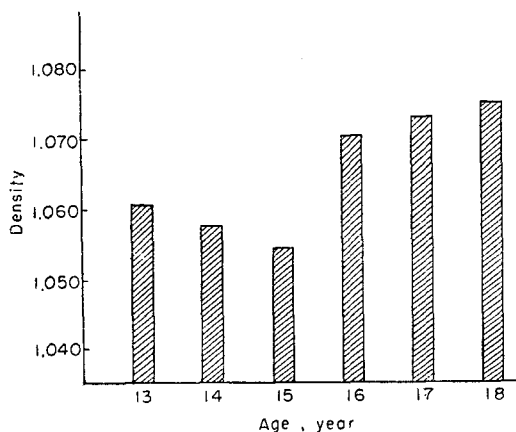


Fig. 1. Changes in body density in boys between 13 and 19 years.

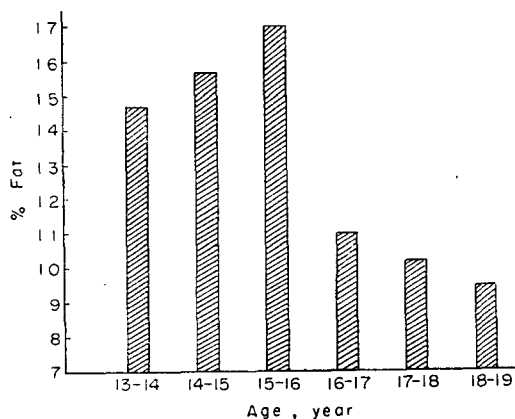


Fig. 2. Changes in % fat as the age progresses in boys aged between 13 and 19 years.

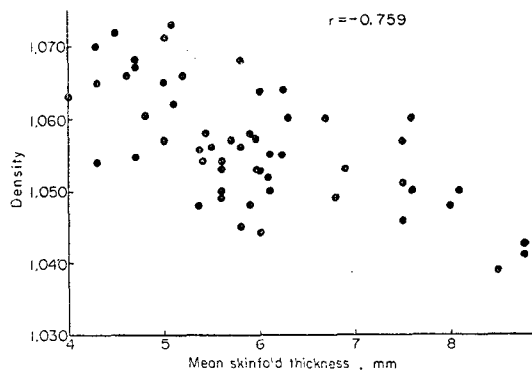


Fig. 3. Mean skinfold thickness at 4 sites compared with density of middle school boys aged from 13 to 16 years.

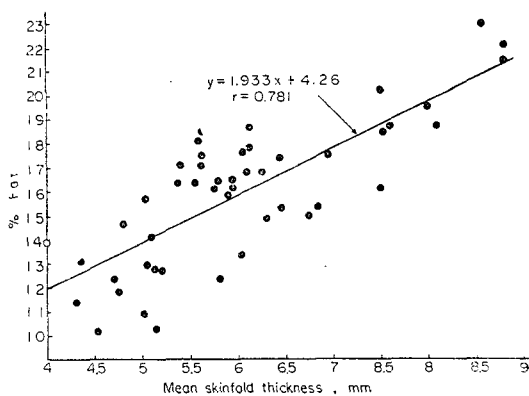


Fig. 4. Mean skinfold thickness at 4 sites compared with % fat of middle school boys aged from 13 to 16 years.

체중, 피부두께의 변화와는 다른 모양을 보였다. 크게
고아서는 15세와 16세 사이가 변화의 경계를 이루었으.

며 13세에 1.0608, 14세에 1.0578, 15세에 1.0546 으
로 감소를 보이다가 16-17세에 갑자기 증가하여서

Table 2. Values of density, % fat, and skinfold thicknesses at 4 sites of middle school boys aged from 13 to 16 years, and high school boys aged from 16 to 19 years

	Age (yr)	Height (cm)	Weight (kg)	Density	Fat (%)	LBM (%)	Skinfold thickness, mm				
							Back	Waist	Arm	Abdo-men	Mean
Middle school boys, N=48											
Mean	14.4	154.7	43.0	1.0562	15.9	84.1	6.3	5.9	7.1	4.9	6.02
S.D.	0.83	7.6	7.1	0.0082	2.9	3.0	2.8	1.6	1.9	1.1	1.19
Range	13.0- 15.7	140- 172	31.1- 61.0	1.0393- 1.0730	10.2- 22.1	77.9- 89.8	4.2- 10.7	3.1- 9.0	4.0- 12.3	3.1- 8.0	4.02- 8.80
High school boys, N=46											
Mean	17.3	164.4	55.4	1.0723	10.4	89.6	8.4	8.9	6.9	7.2	7.89
S.D.	0.62	0.83	0.92	0.0013	0.48	0.48	0.39	0.43	0.32	0.29	0.31
Range	16.0- 19.0	150- 173	39.0- 68.3	1.0441- 1.0909	6.2- 21.0	79.0- 93.8	5.7- 17.7	4.1- 18.6	4.0- 17.7	4.0- 21.0	4.75- 15.35
P		<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

Table 3. Coefficients of correlation between skinfold thickness, density and % fat

	Skinfold thickness, mm				
	Back	Waist	Arm	Abdo-men	Mean
Middle school boys, 13-16 yr.					
Density					-0.759
P					<.001
% Fat	0.381	0.479	0.677	0.635	0.781
P	<.01	<.001	<.001	<.001	<.001
High school boys, 16-19 yr.					
Density					-0.868
P					<.001
% Fat	0.740	0.943	0.716	0.790	0.855
P	<.001	<.001	<.001	<.001	<.001

1.0703이며 그후도 약간의 증가 경향을 유지하여 17-18세에 1.0703, 18-19세에 1.0740이었다.

신체 밀도로부터 셈되는 총지방량은 제 1표와 제 2도에 보는 것 같이 15세와 16세를 경계로 하여 크게 변화가 있었다. 13세에 14.7%, 14세에 15.7%, 15세에 17.0%로 증가를 보이던 것이 16세에는 11.0%, 17세에 10.2% 및 18-19세에 9.5%로서 10% 내외에 불과하였다.

신장, 체중, 및 피부두겹 두께의 증가로 보는 신체 발육이 15세와 16세 사이에 아무런 불연속적인 현상이

없이 계속 증가의 추세를 유지하고 있음에 반하여 신체 밀도가 중학교와 고등학교 연령을 경계로 하여 불연속적인 변화를 나타낸 것은 흥미로울다. 중학교 연령인 13-16세까지는 지방량이 증가하고 따라서 무지방 체중(lean body mass)이 감소하다가 16세 이후에는 지방량이 감소했는데 신체 구성 성분의 양적 구성에 있어서 커다란 변화가 있음을 가리킨다. 이리하여 13-16세의 중학교 연령 남자를 한 무리로 취급하고 16-19세의 고등학교 연령 남자를 다른 한 무리로 취급하였다.

중학교 남자 학생 48명을 한 무리로 한 피부두겹, 밀도 및 총지방량 측정치를 제 2표 및 제 3, 제 4도에 보인다. 신체 밀도 평균이 1.0562(S.D.±0.0082), 이로부터 산출된 총지방량이 15.9% 체중, 4군데 피부두겹의 두께 평균이 6.02(S.D.±1.19)mm이었다. 각 개인의 측정치에서 보면 4군데 피부두겹 두께의 평균과 신

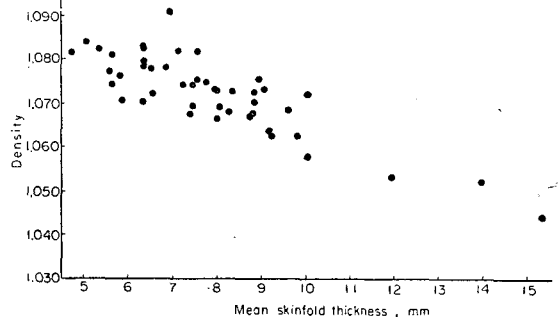


Fig. 5. Mean skinfold thickness at 4 sites compared with density of high school boys aged from 16 to 19 years.

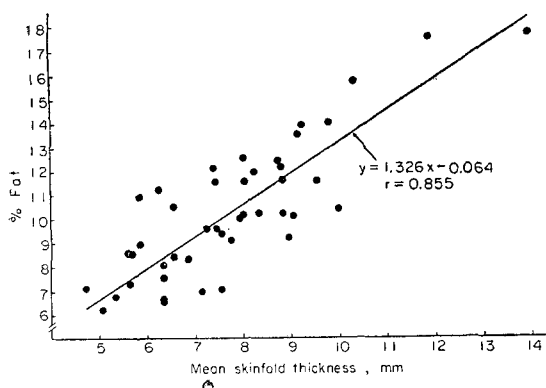


Fig. 6. Mean skinfold thickness at 4 sites compared with % fat of high school boys aged from 16 to 19 years.

체 밀도 사이에는 좋은 상관관계가 있어서 상관 계수는 $r = -0.759 (P < .001)$ (제 3표 참조)이었으며 총지방량과의 사이의 상관계수도 $r = +0.781$ 이어서 피하지방이 축적되어서 피부두께 두께가 클수록 신체 밀도는 감소하며 총지방량은 증가함이 뚜렷하였다. 따라서 피부 두께 두께로부터 신체 밀도 및 총 지방량을 산출하는 회귀 방정식이 다음과 같이 산출되었다(제 5표 참조).

$$\text{Density} = -0.00527 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 1.0879$$

$$\% \text{Fat} = 1.933 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 4.26$$

고등학교 46 명을 한 무리로 한 측정치를 제 2표 및 제 5, 제 6 도에 보인다. 신체밀도 평균이 1.0723(S.D. \pm 0.0013), 총지방량 10.4% 피부두께의 평균이 7.89 mm (S.D. \pm 0.312)로서 중학생의 평균치에 비하면 모두 유의한 차이를 보였다.

4군데 피부두께 두께의 평균과 신체밀도 사이에는 좋은 상관 관계가 있어서 상관계수는 $r = -0.868 (p < .001)$, 총지방량과의 상관 계수는 $r = 0.885 (p < .001)$ 를 나타냈으며 신체 밀도 및 총지방량은 각각 다음과 같은 회귀 방정식으로 산출할 수 있었다.

$$\text{Density} = -0.00365 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 1.1008$$

$$\% \text{Fat} = 1.324 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} - 0.045$$

피부두께 두께는 등, 허리, 팔 및 배의 4군데에서 모두 나이를 먹는데 따라서 절대치가 증가하는 모습을 제 4표 및 제 7, 제 8 도에 보인다. 하나하나의 측정치와 평균치가 모두 증가하나, 제 8 도와 같이 각 연령에서 평균치를 1.0으로 잡고 4군데 값을 이것에 대한 백분율로 나타내면 팔은 절대치의 증가에 불구하고 전체의 비율

Table 4. Growth of skinfold thickness at 4 sites with age increase. The fractions of each site as compared to the mean thickness are also shown

	Skinfold thickness, mm.				
	Back	Waist	Arm	Abdomen	Mean
13-14 yr, N=11	5.3	5.2	6.4	4.2	5.27
S.D.	0.61	0.73	1.55	0.64	0.68
fraction	1.00	0.99	1.21	0.79	1.00
14-15 yr, N=20	6.4	5.7	7.8	4.8	6.09
S.D.	1.0	1.58	2.13	0.97	0.31
fraction	1.05	0.93	1.28	0.97	1.00
15-16 yr, N=19	6.9	6.6	6.8	5.4	6.42
S.D.	1.63	1.93	1.46	1.30	1.26
fraction	1.07	1.03	1.06	0.84	1.00
16-17 yr, N=19	8.2	9.3	7.3	7.0	7.26
S.D.	3.4	3.4	2.4	2.1	5.83
fraction	1.13	1.28	1.00	0.96	1.00
17-18 yr, N=16	8.2	8.7	6.9	7.5	7.39
S.D.	2.1	2.5	2.0	2.2	3.47
fraction	1.11	1.18	0.93	1.01	1.00
18-19 yr, N=11	8.3	4.5	6.2	7.1	7.67
S.D.	1.2	1.8	1.4	1.3	1.19
fraction	1.14	1.11	0.81	0.93	1.00

Table 5. Regression equations for % fat (y) and skinfold thickness (x)

Site	r	Regression equations
Middle school boys, 13-16 yr.		
Back	0.381	%Fat = 0.396x + 13.4
Waist	0.479	%Fat = 0.874x + 10.7
Arm	0.677	%Fat = 1.062x + 8.3
Abdomen	0.635	%Fat = 1.642x + 2.9
Mean thickness	0.781	%Fat = 1.933x + 4.26
High school boys, 16-19 yr.		
Back	0.740	%Fat = 0.914x + 2.8
Waist	0.943	%Fat = 1.059x + 0.80
Arm	0.716	%Fat = 1.062x + 3.1
Abdomen	0.790	%Fat = 1.276x + 1.2
Mean thickness	0.855	%Fat = 1.326x + 0.064

로 보면 감소하였고 등은 계속 증가의 추세를 보이며 허리와 배는 일단 증가하였다가 다시 감소함을 보였다. 이것은 피하지방이 축적되는 정도가 신체 부위에 따라서 상이한 것을 나타낸다고 보겠다.

부위별로 측정되는 피부두께의 값이 연령과 함께 변

고찰

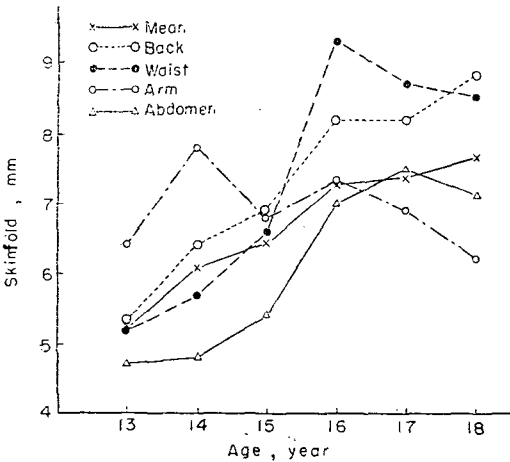


Fig. 7. Growth of skinfold thicknesses at back, waist, arm and abdomen in the years 13-19.

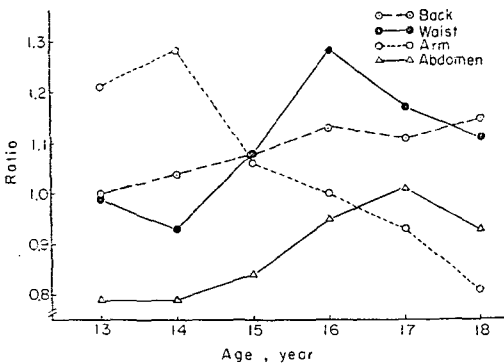


Fig. 8. Variations of skinfold thicknesses at back, waist, arm and abdomen expressed as fraction of mean thickness of 4 sites.

화하나 이것을 중학생과 고등학생의 두 무리로 나누어서 관찰하면 이것 또한 총지방량과 상관 관계가 상당히 좋았다. 제 5표에 보는 바와 같이 중학생에 등이 $r = 0.381$ 로 제일 낮았고 팔이 $r = 0.677$ 로 제일 높았는데 평균 두께와는 $r = 0.781$ 로서 이것이 제일 높았다. 따라서 4군데의 피부두께 측정치의 평균으로부터 총지방량을 산출함이 제일 좋은 결과를 나타내었다. 고등학생에 있어서의 부위별의 상관 계수도 훨씬 큰 것이어서 팔이 $r = 0.716$ 으로 제일 낮았고 허리는 $r = 0.943$ 이라는 좋은 상관관계를 보였다. 다만 허리 피부두께 평균치 8.89mm에 대하여 표준 편차가 0.431로서 제일 컸는데 얻어지는 각 개인의 총지방량도 넓은 범위에 분산될 것이다. 그러므로 고등학생에서도 $r = 0.855$ 인 평균 두께로부터 총지방량을 산출하는 것이 좋겠다.

신체 밀도를 물 속의 몸무게 측정으로부터 산출하고 이것을 Keys와 Brozek의 공식¹⁰⁾에 대입하여 총지방량(%)을 산출하고 같은 대상자에서 얻은 피부두께의 값과 비교한 것이 이 논문의 골자이다. 그런데 여기서 산출의 기초로한 Keys와 Brozek의 공식이 그대로 발육 도중에 있는 중·고등 학생에게 그대로 적용될 수 있는지는 문제가 있다. Moulton¹²⁾에 의하면 어린아이 배에 벌써 신체의 수분, 단백질, 무기질 성분들은 일정한 구성을 이루고 그후에는 변화가 없다고 하지만 무지방 체중(lean body mass)과 신체 밀도의 관계 또는 총지방량과 신체 밀도의 관계가 어린아이나 발육기에 있는 중·고등 학생의 것이 성인 남자의 그것과 같다고 단정할 수는 없다. 그러나 한편으로는 총수분량과 무지방 체중의 관계에서 부터는 소년기의 신체 구성이 어른과 같다고 볼 수 있다. Pace와 Rathbun⁴⁾에 의하면 수분량은 무지방 체중의 73.2%로서 이러한 값은 짐승의 종류에 관계없고 생후의 어린 동물 이외에서는 적용된다고 하는바, 총수분량으로부터 셈되는 총지방량(%) 또한 동물의 연령에 관계없이 적용될 수 있는 것이라 하겠다. 이리하여 Keys와 Brozek의 공식이 성인 남자에서는 증명되었으나 이것을 직접 증명이 없는 그밖의 연령의 사람에게 적용함에 있어서도 그리 큰 오차가 없다고 생각된다. 이것을 뒷받침하는 사실로는 이 실험에서 관찰된 것 같이 신체의 밀도와 피부두께의 하나하나의 값이나 특히 평균치와의 사이에 중학생에서 $r = -0.759$, 고등학생에서 $r = -0.868$ 이라는 고도의 상관도를 보이는 일은 둘 사이의 관계가 어른과 꼭 같다고는 할 수 없으나 상당히 근사한 관계임을 말한다.

피부두께 두께가 중·고등 학생에서 연령과 함께 절대치가 증가하여 얼핏 보기에는 전신의 총지방량(%)이 같이 증가하고 신체 밀도가 연속적으로 감소할 것 같다. 그러나 밀도는 그렇지도 않아서 15-16세와 16-17세 사이에서 불연속적으로 큰 차이가 나타남은 이해하기 힘든 일이다. 신장이나 체중도 미끈하게 증가하는데 불구하고 밀도만이 이러한 태도를 보인다. Parizkova¹³⁾에 의하면 9-13세에 이르는 사이에 밀도가 1.062로부터 1.048로 감소하다가 13세 이후부터 급격히 증가하여 1.073이 되는데 저자의 성적보다 이러한 증가의 경계가 3년이나 이른다. 저자의 실험에서 지방량은 밀도와 반대로 13-16세 사이에 14.7%부터 17.0%로 증가했다가 16세에서 갑자기 11.0%로 감소하였는데 왜 이렇게 지방질 축적이 이 나이에 감소하는지 설명할 수가 없다. 신체내 지방질 대사에 관여하는 요인이 이 나이에

크게 변화한다고 하겠다. 이렇게 보면 중학생과 고등학생은 신체의 구성 성분중 지방질에 있어서는 확실한 차이가 있다고 보아야 할 것이다. 나아가서 총수분량이 15세와 16세를 경계로 하여 갑자기 증가한다는 말이 된다.

성인 남자에서 보고된 총지방량과 중·고등 학생을 비교하면 중학생은 대략 같으나 고등학생은 적다. 즉 박경화¹¹⁾는 피부두겹법으로 20세대에서 15.8%를, 한겨부⁷⁾는 회석법으로 18.7%를, 김병극¹⁴⁾은 Best의 집게와 Allen 등⁶⁾의 공식을 사용하여 18.84%를 보고하였는데 저자 실험의 중학생 15.9%보다 일반적으로 조금 많고 고등학생의 10.4%보다는 월등하게 많은 것이다. 이 밖에는 같은 연령의 총지방량 측정치는 찾아볼 수가 없다.

피부두겹 두께와 신체 밀도 내지는 총지방량 사이의 관계는 저자 실험에서는 둘다 직선적이었는데 Parizkova¹³⁾의 보고는 반대수(semi-long)의 좌표상에 직선 관계에 있었고 Allen 등⁶⁾의 보고는 curvilinear 한 것이었다. 먼저 것은 Best¹⁵⁾의 집게와 Keys와 Brozek¹⁰⁾의 공식을 사용한 것이며 뒤의 것은 Minnesota 집게¹⁰⁾를 사용한 것이었는데 이러한 방법의 차이가 실험 결과의 차이로 나타났는지 모르겠다. 저자가 제시하는 4군데 피부두겹의 평균치(mm)와 % 지방량 사이의 관계는 간단한 직선 관계이므로 다른 것에 비하여 사용에 편리한 것이다.

피하지방 축적의 정도가 연령과 함께 그 부위를 이동한다는 사실은 일찍 지적된 바도 있는데,^{3,6)} 피하 지방의 축적은 나이가 먹는데 따라 증가되나 어떤 부위의 다른 부위에 대한 크기에는 차이가 나타났다. 즉 나이를 먹는데 따라서 팔의 피부 두께가 현저히 감소하고 등이 상대적으로 커졌는데 이것은 몸동이에 피하지방의 축적이 현저한 것을 나타낸다고 하겠다. 이것을 뒷받침하여서 허리의 피부두겹도 18세까지는 계속 증가의 추세를 보이였다.

피부두겹 측정 부위로 4군데를 선정하였는데 이것은 정밀성을 손상하지 않으면서 손쉽게 잴 수 있는 것이라 생각한다. 제 3 표에 보듯이 한개 부위와 총지방량 사이의 상관도가 고등학생의 허리에서는 $r=0.943$ 에도 이르러 이것 하나만으로도 $\%Fat=1.059X+0.80$ 으로 총지방량 계산이 가능하다. 그러나 피부두겹 두께의 개인차를 고려할 때 허리 하나만을 목표하는 것은 사태를 너무 간단히 생각한다고 생각된다. 일찌기 Oeder¹⁶⁾는 배 한군데만을 측정하여 상대적인 지방량 계속 목표로 하기도 했으며, 반대로 10군데^{6,14)}, 20부위 또는 53부위¹⁷⁾에서 측정할 것도 있으나 이렇게 많은 부위의 측정은 시간의 소비와 얻어지는 지방량의 정확성등을 고려하면 별반 의미가 없는 일이다. 따라서 측정에 필요한 시간을 최소로 줄이고 그러면서도 측정 오차를 줄이는

데에 4군데면 마땅한 것이 아닌가 생각하여 이 실험에서 채택하였다. 더구나 이들 4군데는 피검자에게 아무런 불편없이 도달될 수 있는 부위인 것이다.

결 론

남자 중·고등 학생 94명을 대상으로 피부두겹법에 의한 총지방량 측정을 하였다. 물 속 몸무게 측정의 의한 신체 밀도를 동시에 측정하여서 지방질을 산출하고 이것과 등, 허리, 팔 및 배의 4군데에서 측정된 피부두겹 두께와 견주어서 공식을 만들었다.

중학생은 나이가 13세 내지 16세인 48명이었고, 고등학생은 16세 내지 19세의 46명이었다. 나이를 먹으면 신장, 체중 및 피부두겹 두께가 증가하였는데 신체 밀도는 13-16세에서는 1.0608, 1.0578 및 1.0546으로 커다란 변동이 없었으나, 16-19세에서는 갑자기 증가하여 1.0703, 1.0730 및 1.0740의 값을 보였다. 총지방량이 15세와 16세를 경계로 하여 갑자기 감소한 것이었다.

이리하여 중학생과 고등학생을 각각 다른 무리로 취급하였는데 중학생의 신체 밀도는 1.0562, 총지방량이 15.9%, 4군데 피부두겹의 평균이 6.02mm이었으며, 이것과 밀도 사이의 상관 계수가 $r=-0.759$, 총지방량(%)과는 $r=0.781$ 이었다. 여기서 산출된 회귀 방정식은 각각

$$\text{Body density} = -0.00527 \times \text{Mean skinfold thickness(mm)} + 1.0879,$$

$$\%Fat = 1.933 \times \text{Mean skinfold thickness(mm)} + 4.26 \text{ 이었다.}$$

고등학생의 신체 밀도는 1.0723, 총지방량 10.4%, 피부 두겹의 평균이 7.89mm이었으며, 이것과 밀도와의 사이의 상관 계수는 $r=-0.868$, 총지방량과는 $r=0.855$ 이었으며 얻은 회귀 방정식은 각각

$$\text{Body density} = -0.00365 \times \text{Mean skinfold thickness (mm)} + 1.1008,$$

$$\%Fat = 1.324 \times \text{Mean skinfold thickness(mm)} - 0.045 \text{ 이었다.}$$

피부두겹 한군데씩과 총지방량 사이에도 상당히 좋은 상관도가 있었으며 고등학생의 허리에서는 $r=0.943$ 을 가리키는 것도 있었다.

피부두겹 두께는 나이가 먹으면 절대치가 커지나 부위 별로는 커지는 정도가 달랐으며 평균 피부두겹에 비하여 팔에서는 감소하고 허리에서는 증가하였다.

REFERENCES

- 1) Messinger, W.J., and J.M. Steele: Relationship of body specific gravity to body fat and water content. Proc. Soc. Exp. Biol. Med. 70:316, 1949.

- 2) 金完植: *Soft tissue teleroentgenographic measurement of total body fat in women*. 서울의대잡지 3: 393, 1962.
- 3) Garn, S.M., and R.V. Harper: *Fat accumulation and weight gain in the adult male*. *Human Biol.* 27:39, 1955.
- 4) Pace, N., and E.N. Rat bun: *The body water and chemically combined nitrogen content in relation to fat content*. *J. Biol. Chem.* 158:885, 1945.
- 5) Brozek, J., and A. Keys: *Evaluation of leanness-fatness in man: Norms and interrelationships*. *Brit. J. Nutrition.* 5:194, 1951.
- 6) Allen, T.H., M.T. Peng, K.P. Chen, T.F. Haung, C. Chang, and H.S. Fang: *Prediction of total adiposity from skinfolds and the curvilinear relationship between external and internal adiposity*. *Metabolism* 5:347, 1956.
- 7) 韓格富: 남자에서 엔티피린과 치오싸이아네이트 회석법에 의한 신체 성분분석 및 산소 소비량에 관한 연구. *醫學다이제스트* 2(12):21, 1960,
- 8) 金仁達: 韓國人體位에 관한 研究. 서울大論文集, 自然科學 3:45, 1959.
- 9) 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.
- 10) Keys, A., and J. Brozek: *Body fat in adult man*. *Physiol. Rev.* 33:245, 1953.
- 11) 朴景華: 피부 두겹집기 법에 의한 한국 공군장병의 총지방량 측정. *航空醫學* 11:89, 1963.
- 12) Moulton, C.R.: *Age and chemical development in mammals*. *J. Biol. Chem.* 57:79, 1923.
- 13) Parizkova, J.: *Age trends in fat in normal and obese children*. *J. Appl. Physiol.* 16:173, 1961,
- 14) 金炳極: 健常陸軍將兵의 皮下脂肪量과 基礎代謝量에 關한 相關研究. 서울대잡지 5:225, 1964,
- 15) Best, W.R.: *An improved caliper for measurement of skinfold thickness*. *J. Lab. & Clin. Med.* 43: 967, 1954.
- 16) Oeder, G.: *Die Fettpolsterdicke als Index des Ernahrungszustandes bei Erwachsenen*. *Med. Klin.* 6:657., 1919.
- 17) Edwards, D.A.W.: *Observations on the distribution of subcutaneous fat*. *Clin. Sci.* 9:259, 1950.