

韓國營養學會誌 25(7) : 628~641, 1992  
Korean J Nutrition 25(7) : 628~641, 1992

## 운동이 성인남자의 신체조성에 미치는 영향에 관한 연구\*

문수재 · 이은경 · 전형주 · 고병교\*\* · 박승용\*\* · 김현경\*\* · 김봉균\*\*

연세대학교 식품영양학과  
육군사관학교 체육학과\*\*

### A Study on Effect of Exercise on Body Composition of Young Adult Male

Moon, Soo Jae · Lee, Eun Kyung · Jeon, Hyeong Ju · Ko, Byung Kyo  
Park, Seung Young · Kim, Hyun Kyung · Kim, Bong Kyun

Department of Food and Nutrition, Yonsei University, Seoul, Korea

Department of Physical Education, Korea Military Academy

#### ABSTRACT

To investigate the effects of exercise-training on fat distribution, several indicators of body fatness(percent body fat, skinfolds thickness, body circumference) were assessed in 128 healthy male subjects submitted to an 8-wk high intensive exercise-training. The subjects(average age=20.3±1.3 yrs) exercised 5 days/week. Daily energy intake and expenditure were recorded.

The results obtained are summarized as follows :

1) Through exercise-training lean body mass increased significantly(changes : 0.5±1.5kg ; p=0.001), while body weight(changes : 1.6±1.8kg ; p=0.000) and percent body fat(changes : 2.9±1.5% ; p=0.000) decreased significantly.

2) Suprailiac was the most reduced site by exercise-training among eight site skinfolds. Central skinfolds were changed more by exercise-training than peripheral skinfolds with reduction of 1.7±2.1mm and 0.4±1.8mm respectively. Central site circumferences were reduced more by exercise-training than peripheral site circumferences.

3) As a result of analyzing 12 of the fattest(top 10% of weight) and 12 of the leanest men(bottom 10% of weight), it indicated that there was a significant reduction of fat tissue in body composition and skinfolds thickness for the fat group. However there was no significant change for the lean group.

4) Correlational analysis showed that predicting changes in body fat by near infrared(NIR) measurement seemed to be closely associated with changes in body fat by Kim's equation and Katch's equation in young men.

KEY WORDS : body composition · exercise · central fat · peripheral fat

책임일자 : 1992년 10월 15일

\* 본 연구는 연세대학교 학술연구비(1991년도)의 지원으로 이루어진것임.

## 서 론

현대에 들어서면서 고도로 기계화되고 생활의 편의시설이 증가됨에 따라 활동량의 감소로 인하여 성인병이 늘어가고 있는 추세이다. 이에 따라 운동은 지난 몇십년간 건강을 증진시키는 한 방편으로 선호되어왔다<sup>1)</sup>. 특히 지난 20년간의 여러 역학적 연구들에 의해 심혈관계와 관련되어 규칙적인 운동의 잠재적 역할에 대한 증거가 보고되어 왔다<sup>2)</sup>.

이에 따라 운동이 체중을 비롯한 신체조성에 미치는 영향에 관한 다양한 연구가 이루어져오고 있다. Gwinup<sup>3)</sup>은 11명의 비만여성을 대상으로 한 연구에서 걸는 시간과 체중감소가 비례하며, 운동 시간이 하루 30분 이상이 되지 않을 때에는 효과가 없다고 지적하였다. Girandola<sup>4)</sup>는 두 가지 강도의 운동을 시킨 두 그룹간의 비교에서 낮은 강도와 긴 기간의 운동이 체지방 축적을 감소시킨다고 하였다. 이와 달리, Tremblay 등<sup>5)</sup>은 일년동안의 활동을 강도에 따라 네집단으로 나누어 비교한 연구에서 피부두께 및 허리나 엉덩이 둘레의 비율은 강도 높은 집단이 낮음을 보여주었다. Wilmore<sup>6)</sup>는 운동이 체중과 체지방에 미치는 영향이 각 연구마다 다른 결과를 보여주는 것은 연구기간, 운동 빈도와 강도가 다르기 때문이라고 보고하였다. 또한 연구 대상자의 비만정도에 따라서도 운동의 효과가 다르게 나타나 체지방과 피부두께가 높은 대상자들은 운동에 의해 체지방량이 더 많이 감소한다고 한다<sup>7)8)</sup>.

체지방의 분포형태는 지질대사나 당대사와 관련된 성인병 발병과 상관성이 있음이 연구되고 있다<sup>9)</sup>. 즉 중심성 지방이 많은 상체 비만형인 경우 당뇨병과 같은 성인병 발병률이 높음이 나타나고 있다<sup>10)</sup>. 따라서 운동이 체지방 분포 형태에 미치는 영향에 관한 연구는 여러학자들의 관심사가 되며 최근에 성행되고 있다. Després 등<sup>11)</sup>은 비만자가 아닌 남자를 대상으로 20일간 운동을 시켰을 때 중심성 피하지방이 22%가 감소한데 비하여 말초성 피하지방은 12.5%가 감소하였다고 보고하였다. 이는 운동시에 중심성 지방을 더 선호해서 이용함

으로써 성인병 발병의 잠재적 위험성을 감소시켜 줄 수 있음을 보여주고 있다.

그러나 국내에서는 이러한 운동에 의한 신체조성 변화에 관한 연구가 아직 미흡한 실정에 있다. 이에 본 연구에서는 운동이 체중 및 신체조성에 미치는 영향과 대상자들 중 비교적 체중과다인 집단과 마른 집단 사이에 운동에 의한 변화를 비교하여 보고자 하였다. 또한 신체조성의 변화를 보는데 체지방율의 정확한 측정을 위하여 요구되는 체지방율 추정식을 선정하고자 하였다.

## 연구 방법

### 1. 연구대상자

본 연구에 참여한 연구대상자는 건강하고 정상적인 남자 대학생(평균 연령  $20 \pm 1.3$  세) 128명을 무작위 선정하여 조사 대상으로 하였다.

### 2. 총 에너지 소비량 조사

조사대상자는 8주간에 걸쳐 강도 높은 운동을 주 5일 하루 5시간을 하였다. 조사대상자의 1일 활동량을 조사하기 위하여 운동 시작전과 기간중 각각 2일씩 Bogert<sup>12)</sup>에 의하여 개발된 활동량 측정 설문지로 자가 기록하여 활동량을 계산하였다. 즉 하루 24시간을 활동 강도에 따라 11단계로 나누어진 소비열량에 해당되는 시간을 곱하여 활동 대사량을 계산하고, 기초 대사량과 식품의 특이동적 작용을 위한 열량을 가산하여서 각 대상자의 1일 총 에너지 소비량을 산출하였다.

### 3. 식이섭취 조사

운동 시작과 기간중 각각 2일간의 섭취량은 배식되는 식사내용의 표준량을 측정한 후 잔식량을 자가 기록하도록 하여 섭취량을 환산하였다. 영양소 섭취량은 식품분석표(농촌진흥청 제 3 개정판)에 의해 산출하였다<sup>13)</sup>.

### 4. 신체계측

연구 대상자의 운동전후 신체조성의 변화를 보기 위하여 운동 시작전과 8주후에 각각 신체계측을 하였다. 신체 계측 내용은 다음과 같다.

## 운동이 성인남자의 신체조성에 미치는 영향에 관한 연구

### 1) 신장 및 체중 측정

조사대상자의 신장과 체중을 가벼운 옷을 입은 상태에서 측정하였다. 신장측정시에는 0.1cm까지 측정하였으며 체중은 0.1kg까지 측정하였다.

### 2) 피하지방 두께 측정

Lange Caliper로 측정하였다. 측정부위는 견갑골(Scapular), 늑골밑(Subcostal), 복부(Abdomen), 장골위(Suprailiac), 삼두박근(Triceps), 이두박근(Biceps), 허벅지(Femoral), 종아리(Calf)이다.

### 3) 신체둘레 측정

직립자세의 조사대상을 0.1cm까지 줄자로 측정하였다. 측정부위는 가슴, 허리, 엉덩이, 팔, 허벅지, 종아리이다.

### 5. 체지방량 측정

#### 1) Body Fat Content Analyzer(Futrex 5000) 이용

Conway<sup>14)</sup>의 연구결과에 의해 개발된 근적외선을 이용하는 near infrared(NIR) 방식인 체지방분석기(Body fat analyzer, Futrex 5000)을 이용하여 체지방율을 직접 측정하였다.

#### 2) 피부두께 및 신체부위 둘레 이용

본 연구의 대상자와 같이 비교적 체지방이 적은 대상자에게 적용이 가능한 8개의 방정식을 Table

1에 제시하였다. 이 식들로부터 체밀도를 계산한 후, 다음의  $\text{Siri}^{23)}$ 의 식에 대입하여 체지방율을 산출하였다. 운동전후에 체지방 분석기에 의해 측정된 체지방율과 추정식에 의한 체지방율을 비교분석하였다.

$$\text{체지방}(\%) = [(4.95/\text{체밀도}) - 4.50] \times 100$$

### 6. 통계처리

조사된 자료는 SPSS/PC+ package로 통계처리하였다. 모든 측정치는 평균과 표준편차를 계산하였으며 검정시  $p$ 값이 0.05미만일 때를 통계적으로 유의하다고 보았다. 운동전후변화의 유의성 검증으로 t-test를 실시하였고, 측정치 상호간의 관계는 pearson 상관계수로 검정하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 1일 영양소 섭취 상태 및 총 활동 소비량

조사대상자의 평균 1일 영양소 섭취량을 식품분석표에 의하여 분석한 결과를 Table 2에 제시하였다. 운동전의 영양소 섭취량과 소비량을 비교하여 보면 섭취열량은  $2973 \pm 318\text{kcal}$ 이고 총 에너지 소비량은  $3292 \pm 308\text{kcal}$ 이다. 심한 활동시의 영양권장량<sup>24)</sup>에서 볼때 열량 권장량은  $3000\text{kcal}$ 이므로 섭취 열량은 권장량의 99%이고 단백질은 권장량의 115%로 충분한 양이 섭취되고 있다. 그밖의 Ca,

Table 1. Body composition equations

Source	Equations
Durnin & Womersley <sup>16)</sup>	$BD = 1.1525 - 0.0687(\log(x1 + x2))$
Lohman <sup>20)</sup>	$BD = 1.0982 - 0.000815(x1 + x2 + x5) + 0.00000084(x1 + x2 + x5)^2$
Pollock, et al <sup>21)</sup>	$BD = 1.1125025 - 0.0013125(x1 + x2 + x3) + 0.0000055(x1 + x2 + x3)^2 - 0.000244(x7)$
Jackson & Pollock <sup>19)</sup>	$BD = 1.1093800 - 0.0008267(x3 + x5 + x6) + 0.0000016(x3 + x5 + x6)^2 - 0.00025974(x7)$
Forsyth & Slining <sup>17)</sup>	$BD = 1.108 - 0.00168(x2) - 0.00127(x5)$
Katch, et al <sup>22)</sup>	$BD = 1.09665 - 0.00103(x1) - 0.00056(x2) - 0.00054(x5)$
Sloan <sup>18)</sup>	$BD = 1.1043 - 0.001327(x6) - 0.00131(x2)$
Kim, et al <sup>15)</sup>	$% BF = -3.8488 + 0.1687(x1 + x2 + x5 + x8) + 0.6728(x9)$

$x1 = \text{triceps SF}$ ,  $x2 = \text{subscapular SF}$ ,  $x3 = \text{chest SF}$ ,  $x4 = \text{suprailiac SF}$ ,

$x5 = \text{abdominal SF}$ ,  $x6 = \text{thigh SF}$ ,  $x7 = \text{age}$ ,  $x8 = \text{calf SF}$ ,  $x9 = \text{BMI}(\text{kg}/\text{m}^2)$

BD : Body density, SF : Skinfold thickness, BMI : Body mass index

Table 2. Daily average nutrient intake of the subjects

	Before training		During training	
Energy(kcal)	2973 ± 318		2197 ± 391	
Carbohydrate				
Percent of total kcal(%)	72.1±	3.1	74.2±	1.0
Weight(g)	531.7±	63.7	407.4±	62.5
Protein				
Percent of total kcal(%)	12.2±	1.0	13.0±	8.2
Weight(g)	98.2±	12.0	67.1±	11.5
Fat				
Percent of total kcal(%)	16.1±	7.1	13.0±	7.1
Weight(g)	52.9±	28.2	33.1±	22.8
Ca(mg)	822.9±	178.2	611.3±	210.2
Iron(mg)	21.5±	4.0	11.2±	7.8
Vit. A(IU)	8475.3±	1336.4	2253.5±	889.9
Thiamin(mg)	2.1±	0.3	1.0±	0.3
Riboflavin(mg)	2.1±	0.6	1.2±	0.3
Niacin(mg)	24.9±	3.5	22.4±	6.5
Ascorbic acid(mg)	187.8±	35.4	50.8±	37.4

Values are Means± S.D.

iron, thiamin, riboflavin, niacin, ascorbic acid도 권장량과 비교시 1.3~2.5배 이상으로 섭취하였다.

운동기간 중 평균 식이섭취량은 2197±391kcal이며 이는 격심한 활동시 권장량인 3500kcal의 63%이었다. 단백질은 권장량의 67%인 67.1±11.5g이었다. Ca, Vit. A, ascorbic acid는 권장량의 1~1.1배이며 thiamin, riboflavin, niacin은 각기 권장량의 71%, 63%, 97%이었다.

영양소별 열량구성비(당질:단백질:지방)는 운동 전과 기간중에 각기 72:12:16, 74:13:18로 한국 영양학회<sup>24)</sup>에서 권장하고 있는 65:15:20에 비하여 당질의 섭취비율이 높고 지방의 섭취 비율이 낮아 당질 위주의 식사를 하고 있는 것으로 볼 수 있다. 또한 2일간의 설문지 자가기록법에 의한 총 에너지 소비량은 4527.2±1058.8kcal로 총 에너지 섭취량의 2배이므로 부의 에너지 균형(negative energy balance)을 이루었음을 볼 수 있다. 그러나 이러한 부의 에너지 균형이 8주동안 계속해서 이루어졌다고는 볼 수 없는데, 본 연구의 대상자들은 운동 8주동안 운동의 강도와 종류가 기간별로 달랐고, 섭취 수준도 차이가 많았기 때문이다.

운동과 식욕에 관한 연구가 동물과 사람을 대상으로 많이 이루어져 왔는데 이중에서 건강한 젊은 남자를 대상으로 한 연구에서 심한 운동을 시킨 다음 60~90분 후에 혈액에서 식욕저해 인자로 알려진 anorexigenic substance가 21%로 증가된 것으로 나타나 운동이 식욕을 떨어뜨려 식이 섭취를 낮추는 것과 관련이 있다고 보았다<sup>6)</sup>. 한편 Thompson 등<sup>25)</sup>은 높은 강도의 운동 직후에 식욕이 저하되었으나 시간이 흐르면서 회복되어 식이 섭취에는 영향을 미치지 않는다고 하였다. 이와 같이 운동이 식욕과 관련이 있기는 하지만 식이 섭취량에 어느 정도 영향을 주는지는 아직 확실히 밝혀지지는 않았다. 이는 연구 대상자, 운동 종류, 기간, 강도에 따라 식이 섭취에 미치는 영향이 다르기 때문이다. 이러한 연구 결과들을 볼 때 본 연구 대상자들이 운동 기간 중 식이 섭취가 감소된 것은 심한 강도의 운동과 여름의 높은 기온으로 인한 식욕의 저하에서 온 것으로 볼 수 있다.

## 2. 운동전후 신체조성의 변화

운동전후 체중과 신체조성의 변화를 정리하여

운동이 성인남자의 신체조성에 미치는 영향에 관한 연구

Table 3. Changes in body composition of the subjects through 8 weeks

	Pre-training	Post-training	Changes	P-value
Age(yrs)	20.3± 1.3			
Height(cm)	171.7± 4.2			
Body weight(kg)	66.5± 5.3	64.7± 4.9	-1.6± 1.8	0.000
% Ideal body weight	103.1± 6.7	100.5± 6.7	-2.5± 2.7	0.000
Body mass index(kg/m <sup>2</sup> )	22.5± 1.4	21.9± 1.4	-0.6± 0.6	0.000
% Body fat	12.6± 2.6	9.7± 2.7	-2.9± 1.5	0.000
% Body muscle mass	32.7± 15.1	31.3± 3.1	-1.4± 15.3	NS
Body fat(kg)	8.4± 1.2	6.3± 1.9	-2.1± 1.1	0.000
Body muscle mass(kg)	21.6± 9.1	20.3± 2.6	-1.4± 9.2	NS
Lean body mass(kg)	57.9± 4.4	58.4± 4.5	+0.5± 1.5	0.001
DAAT(cm <sup>2</sup> ) <sup>a</sup>	28.1± 8.9	23.4± 10.0	-4.7± 5.9	0.000

Values are Means± S.D., NS : not significant

DAAT : Deep abdominal adipose tissue

a : -225.39 + [2.125×age(y)] + [2.843×waist(cm)] by Després, et al<sup>[39]</sup>

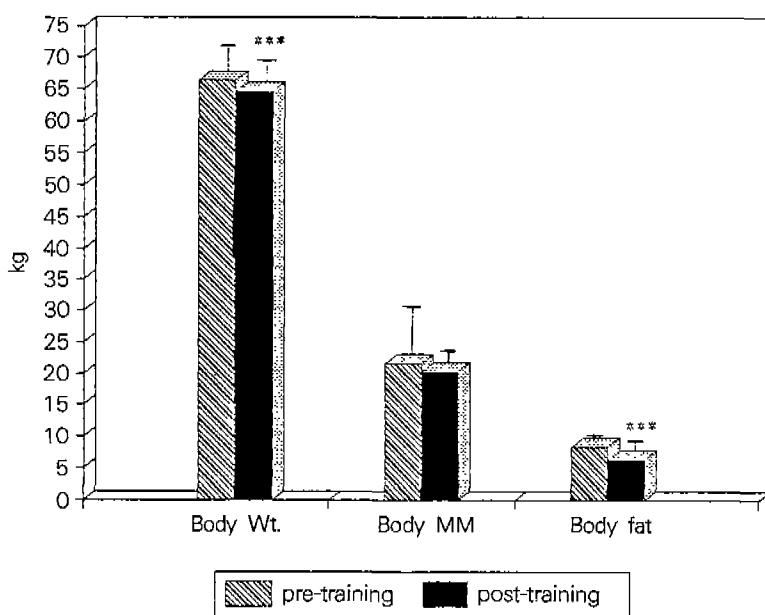


Fig. 1. Changes in body composition.

\*\*\*p<0.001

Body MM : Body Muscle Mass

Table 3에 요약 제시하였으며, Fig. 1에서 보여준다. 체중은 운동전 66.5± 5.3kg에서 64.7± 4.9kg으로 운동후 1.6± 1.8kg의 감소량을 보였다. Body mass index(BMI)인 Quetelet index도 유의적인 감소를 보

였다. Percent ideal body weight(PIBW)는 운동 전 103.1± 6.7%에서 100.5± 6.7%로 2.5± 2.7%의 감소량이 유의적이었으나 정상적인 범위 내에서 이루어졌다.

이러한 결과는 본 연구의 대상자와 같이 정상적인 체중인 16세의 학생을 대상으로 8주동안 주당 5일의 운동을 시킨 전<sup>26)</sup>의 연구에서 2.1kg 감소량과 18세의 학생을 대상으로 9주동안 주당 5일 운동을 시킨 Boileau 등<sup>27)</sup>의 연구에서 1kg의 감소량과 유사함을 볼 수 있다. Brownell 등<sup>28)</sup>은 본 연구의 대상자들같이 비교적 체중이 적은 대상자일 경우 열량 효율성이 운동시에 크게 증가되어 음식의 효율성이 높아져 체중 감소가 적어진다고 보고하였다. 이와 같은 연구로 볼때 본 연구 대상자가 부의 열량 균형을 이루었음에도 비교적 체중이 적게 감소한 것은 섭취된 음식의 효율성이 높아지는 신체 적응 현상이 일어난 것으로 보여진다.

체지방률은  $12.6 \pm 2.6\%$ 에서  $9.7 \pm 2.7\%$ 로  $2.9 \pm 1.5\%$ 의 유의적 감소를 보였다. Després 등<sup>11)</sup>은 20주간의 운동으로 체지방률이 운동전의 17.3%에서 2.7%가 감소하였다고 보고하였으며, Boileau 등<sup>27)</sup>은 9주간의 운동으로 운동전 15.1%에서 3%의 감소를 보였다. 이들의 연구 대상자들은 평균연령이 각각 24세, 18세이고 정상 체중으로 본 연구 대상자와 유사한 집단이었다. 한편 Ballor<sup>29)</sup>는 비만 여성을 대상으로 8주간의 운동을 통하여 식이제한과 운동을 한 그룹이 운동전 38.3%에서 3.8%의 감소를 보였고, 체중초과인 남성을 대상으로 한 연구<sup>30)</sup>에서는 운동으로 인하여 4.9%가 감소되었음을 보고하여 연구 대상자의 초기 지방량이 많을수록 감소량이 더욱 커짐을 볼 수 있다.

근육량은  $21.6 \pm 9.1\text{kg}$ 에서  $20.3 \pm 2.6\text{kg}$ 으로  $1.4 \pm 9.2\text{kg}$ 의 감소를 보였으나 유의적이지는 않았다. 한편 무지방량(lean body mass, LBM)은  $57.9 \pm 4.7\text{kg}$ 에서  $58.4 \pm 4.5\text{kg}$ 으로  $0.5 \pm 1.5\text{kg}$ 의 유의적인 증가를 보였다. Després 등<sup>11)</sup>은 유의적이지는 않지만 무지방량이 운동전  $58.5\text{kg}$ 에서  $0.2\text{kg}$ 의 증가를 보였으며, Boileau 등<sup>27)</sup>도 운동전  $57.3\text{kg}$ 에서  $0.6\text{kg}$ 의 증가를 보였다. 이에 의하여 운동이 근육량과 무지방량의 감소를 막아준다는 이전의 연구 결과가 뒷받침된다<sup>31)32)</sup>. 대사적 장애와 높은 상관성을 가진 복강내 지방(deep abdominal adipose tissue)은  $28.1 \pm 8.9\text{cm}^2$ 에서  $23.4 \pm 10.0\text{cm}^2$ 로  $4.7 \pm 5.9\text{cm}^2$ 의 유의적인 감소를 보였다.

### 3. 운동전후 피부두께 및 신체둘레의 변화

운동전후 피부두께의 변화를 Table 4에서 볼 수 있다. 부위 중 가장 큰 변화는 장골위(supriliac)로  $9.6 \pm 4.0\text{mm}$ 에서  $6.2 \pm 1.7\text{mm}$ 로  $3.4 \pm 3.2\text{mm}$ 의 유의적 감소가 일어났고 늑골밑(subcostal), 복부(abdomen), 종아리(calf) 순으로 감소되었다. Wilmore<sup>33)</sup>는 10주간의 운동으로 피부두께 중 장골위(supriliac) 피부두께가  $2.7\text{mm}$ 로 가장 큰 감소를 보였다고 보고하였다. 이러한 결과는 이전의 여러 연구의 결과와 같은 경향을 보여주고 있었다<sup>11)26)</sup>.

폐하지방의 합은  $82.8 \pm 22.5\text{mm}$ 에서  $73.3 \pm 16.5\text{mm}$ 로  $9.4 \pm 13.4\text{mm}$ 의 유의적인 감소를 하였다. 중심성 폐하지방의 평균은  $10.9 \pm 3.4\text{mm}$ 에서  $9.0 \pm 2.2\text{mm}$ 로  $1.7 \pm 2.1\text{mm}$ 의 감소를 보였고, 말초성 폐하지방의 평균은  $9.8 \pm 2.7\text{mm}$ 에서  $9.4 \pm 2.5\text{mm}$ 로  $0.4 \pm 1.8\text{mm}$ 의 감소를 보여 중심성 폐하지방이 운동에 의하여 더 많이 감소하였다(Fig. 2, 3). Després 등<sup>34)</sup>은 20주간의 운동을 통하여 중심성 폐부두께 두께의 합이  $12.3\text{mm}$ 가 감소되어 운동전 폐부두께의 22%에 해당되었고, 말초성 폐부두께의 합은  $4.8\text{mm}$ 가 감소되어 운동전 폐부두께의 12.5%에 해당되었다고 하였다. 이는 운동에 의하여 중심성 폐하지방의 이동이 우선되고 있음을 보여준다. 중심성 지방인 복부(abdomen) 폐하지방 축적은 말초성 지방인 허벅지(femoral) 폐하지방 축적보다 catecholamine의 지방분해 효과에 더 민감하다. 이는 허벅지(femoral) 지방이 복부(abdomen) 지방보다 더 느린 이동을 보여서 열량 제한이나 운동에 의해 다른 부위보다 허벅지 부위의 변화량이 적다고 그 이유를 설명하였다<sup>34)</sup>.

각 부위별 신체 둘레의 변화에서 엉덩이 둘레는  $98.9 \pm 3.9\text{cm}$ 에서  $89.3 \pm 3.1\text{cm}$ 로  $4.4 \pm 2.3\text{cm}$ 의 가장 큰 유의적 감소를 보였으며 팔, 가슴, 허리 둘레 순으로 감소되었다. 허리/허벅지 둘레의 비(waist/thigh ratio, WTR)은 유의적인 감소를 보였다. Gettman 등<sup>35)</sup>은 8주간의 운동으로 허벅지 둘레보다는 허리 둘레가 더 많이 감소하였다고 보고하였으며, 이는 Wilmore<sup>33)</sup>도 동일한 결과를 보여 본 연구 결과와 같은 경향을 보였다.

운동이 성인남자의 신체조성에 미치는 영향에 관한 연구

**Table 4.** Changes of the subjects through 8 weeks in skinfold & circumferences

	Pre-training	Post-training	Changes	P-value
<u>Skinfolds(mm)</u>				
Biceps	4.7 ± 1.6	4.4 ± 1.6	-0.3 ± 1.8	NS
Triceps	12.6 ± 5.4	12.3 ± 3.0	-0.4 ± 4.8	NS
Subscapular	14.5 ± 4.6	13.8 ± 3.7	-0.7 ± 3.5	0.039
Subcostal	9.3 ± 3.0	7.8 ± 2.6	-1.4 ± 2.3	0.000
Suprailiac	9.6 ± 4.0	6.2 ± 1.7	-3.4 ± 3.2	0.000
Abdomen	9.8 ± 4.0	8.5 ± 2.8	-1.3 ± 2.4	0.000
Femoral	12.4 ± 4.3	11.7 ± 4.2	-0.7 ± 2.8	0.007
Calf	10.1 ± 3.1	9.2 ± 3.2	-0.9 ± 2.1	0.000
<u>Skinfold parameters</u>				
Sum of skinfolds(mm)	82.8 ± 20.5	73.3 ± 16.5	-9.4 ± 13.4	0.000
Central fat(mm) <sup>a</sup>	10.9 ± 3.4	9.0 ± 2.2	-1.7 ± 2.1	0.000
Peripheral fat(mm) <sup>b</sup>	9.8 ± 2.7	9.4 ± 2.5	-0.4 ± 1.8	0.029
Central/peripheral	1.12 ± 0.24	0.98 ± 0.20	-0.14 ± 0.21	0.000
Subscapular/triceps	1.28 ± 0.66	1.15 ± 0.56	-0.10 ± 0.71	0.037
<u>Circumferences(cm)</u>				
Chest	91.1 ± 3.7	88.9 ± 3.6	-2.0 ± 2.7	0.000
Waist	74.0 ± 3.0	72.3 ± 3.4	-1.6 ± 2.1	0.000
Hip	93.9 ± 3.3	89.3 ± 3.1	-4.4 ± 2.3	0.000
Arm	27.4 ± 3.1	26.6 ± 1.5	-0.7 ± 3.0	0.018
Thigh	53.2 ± 2.4	52.7 ± 2.5	-0.5 ± 1.6	0.001
Calf	37.8 ± 2.2	37.1 ± 2.2	-0.7 ± 1.5	0.000
<u>Circumference ratios</u>				
Waist/hip	0.78 ± 0.03	0.80 ± 0.03	+0.02 ± 0.03	0.000
Waist/thigh	1.38 ± 0.05	1.37 ± 0.06	-0.01 ± 0.04	0.000
Waist/calf	1.96 ± 1.22	1.95 ± 1.10	-0.01 ± 0.10	NS
Arm/thigh	0.51 ± 0.06	0.50 ± 0.02	-0.01 ± 0.06	NS

Values are Means ± S.D., NS : not significant

a : Mean of skinfold thickness of subscapular, suprailiac, subcostal and abdomen

b : Mean of skinfold thickness of biceps, triceps, femoral and calf

#### 4. 운동전후 몸무게에 따른 체지방 분포의 변화

1) 두 그룹내에서 운동전후 신체조성의 변화 전체 대상자들 중 체중의 상위 10% (F)와 하위 10% (L)에 해당하는 두 그룹을 비교하여 본 결과 (Table 5) F그룹은 PIBW가  $110.3 \pm 6.9\%$ 이고 L그룹은  $93.6 \pm 4.8\%$ 이었다. 몸무게는 F그룹에서  $75.2 \pm 2.8\text{kg}$ 에서  $72.0 \pm 3.7\text{kg}$ 로  $3.2 \pm 2.2\text{kg}$ 의 감소되어 L그룹에서의  $57.5 \pm 1.4\text{kg}$ 에서  $56.6 \pm 1.4\text{kg}$ 로  $0.9 \pm 1.1\text{kg}$ 감소보다 더 큰 유의적인 변화를 보였다.

체지방을 두 그룹내에서 운동전후를 비교하여

보았을 때 F그룹은  $13.3 \pm 3.4\%$ 에서  $10.4 \pm 3.5\%$ 으로  $2.8 \pm 1.8\%$ 의 유의적인 감소를 보였으며, L그룹에서도  $11.5 \pm 2.4\%$ 에서  $8.6 \pm 3.0\%$ 로  $2.9 \pm 1.0\%$ 의 유의적 감소를 보여 두 그룹간에 비슷한 변화를 보였다. 그러나 지방량은 F그룹에서  $9.9 \pm 2.7\text{kg}$ 에서  $7.5 \pm 2.5\text{kg}$ 로  $2.5 \pm 1.4\text{kg}$ 의 유의적인 감소를 한데 비하여 L그룹에서는  $6.5 \pm 1.3\text{kg}$ 에서  $4.8 \pm 1.6\text{kg}$ 로  $1.8 \pm 0.5\text{kg}$ 의 감소로 적은 변화를 보였다. LBM은

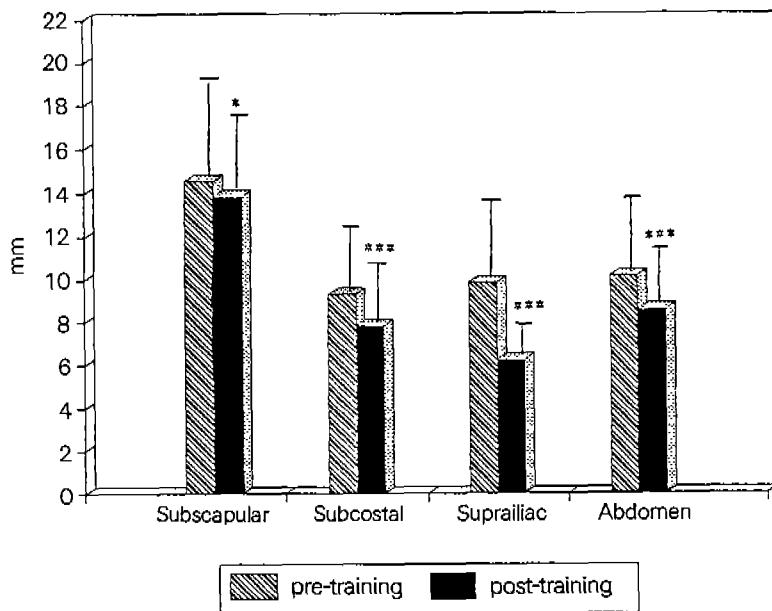


Fig. 2. Changes in central skinfold thickness.

\* $p < 0.05$ , \*\*\* $p < 0.001$

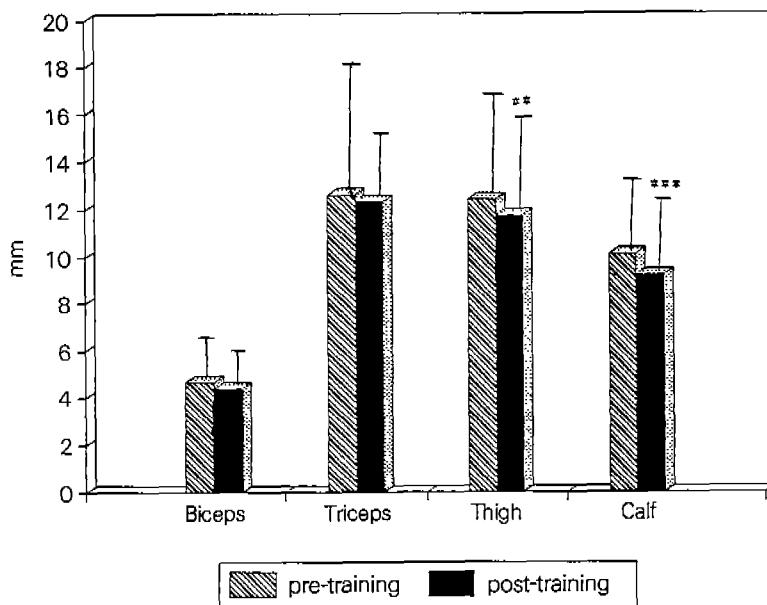


Fig. 3. Changes in peripheral skinfold thickness.

\*\* $p < 0.01$ , \*\*\* $p < 0.001$

## 운동이 성인남자의 신체조성에 미치는 영향에 관한 연구

**Table 5. Comparison of changes in body composition between the leanests and the fattest**

	Fattests (N=12)		Leanests (N=12)	
	Pre-training	Changes	Pre-training	Changes
Body weight(kg)	75.2±2.3	-3.2±2.2†	57.5±1.4	-0.9±1.1**
PIBW	110.3±6.9	-4.8±3.3†	93.6±4.8	-1.3±8.7**
BMI(kg/m <sup>2</sup> )	24.3±1.3	-1.0±0.7†	20.3±0.8	-0.3±0.4**
% Body fat	13.3±3.4	-2.8±1.8†	11.5±2.4	-2.9±1.0†
% Body muscle mass	30.3±3.9	+1.1±8.3NS	31.7±6.5	-0.8±5.5NS
Body fat(kg)	9.9±2.7	-2.5±1.4†	6.5±1.3	-1.8±0.5†
Body muscle mass(kg)	22.8±3.2	-0.2±3.2NS	18.1±3.7	-0.6±3.8NS
Lean body mass(kg)	65.3±3.1	-0.8±1.9NS	50.9±2.1	+0.8±1.4NS
DAAT(cm <sup>2</sup> )	36.6±8.7	-4.7±8.3NS	15.7±4.4	-2.5±3.1*

Values are Means±S.D.

\*p<0.05    \*\*p<0.01    † p<0.001    NS : not significant

PIBW : Percent ideal body weight

DAAT : Deep abdominal adipose tissue

두 그룹 모두 유의적인 변화를 관찰하지 못하였다.

### 2) 운동전후 두 그룹내에서의 피부두께 및 신체들레의 변화

Table 6에서 보는 바와 같이 피하지방 두께의 변화는 F그룹내에서 늑골밑(subcostal), 장골위(supriliac), 배(abdomen)가 유의적인 감소를 보였으나 L그룹에서는 모든 피부두께가 유의적인 감소를 보이지 않았다. 두 그룹에서 모두 장골위(supriliac)의 피하 지방량이 가장 큰 감소를 나타내었다. F그룹은 11.1±3.5mm에서 6.6±1.8mm로 4.5±4.7mm가 감소하였고, L그룹에서는 6.4±2.2mm에서 5.5±1.0mm로 1.0±1.7mm가 감소되어 F그룹은 L그룹에 비하여 4.5배의 감소를 보였다.

피부두께의 합은 F그룹에서는 97.1±2.7mm에서 80.6±16.4mm로 16.5±14.1mm의 유의적 감소를 보였으며, L그룹에서는 71.7±18.5mm에서 67.5±12.8mm로 4.2±10.5mm의 유의적이지 않은 감소를 보여 F그룹에서의 감소량이 더 커졌다.

두 그룹에서 모두 중심성 피부두께 평균의 감소가 말초성 피부두께 평균의 감소보다 더 커졌다. 중심성 피부두께 평균의 감소량은 두 그룹에서 유의적이었으며 F그룹의 감소량이 L그룹의 3.8배임을 볼 수 있었다. 말초성 피부두께는 두 그룹내에서 모두

유의적이지 않은 감소를 보였으나 F그룹의 감소량이 L그룹의 3배였다. 중심성 피부두께 대 말초성 피부두께의 비율은 F그룹에서만 유의적인 감소를 보였다.

두 그룹내에서 운동전후 신체둘레 변화의 차이는 두 그룹에서 모두 중심성 부위(가슴, 허리, 엉덩이)는 유의적인 감소를 보인 반면 말초성 부위(팔, 허벅지, 종아리)는 비유의적인 감소를 하였다. 가장 큰 감소를 보인 부위는 엉덩이 둘레로 F그룹에서는 97.7±2.5cm에서 93.6±2.4cm로 4.1±1.8cm의 감소를 하였고, L그룹에서도 88.1±2.5cm에서 85.1±1.8cm로 3.5±2.3cm의 감소가 일어나 두 그룹이 유사한 결과를 보였다. 그 다음으로는 가슴둘레, 허리둘레 순으로 두 그룹에서 비슷한 감소량을 보였다. 이러한 결과로 볼 때 신체둘레에서는 운동으로 인한 감소량이 두 그룹간에 차이가 없는 것으로 볼 수 있다.

### 5. 체지방 자동 분석기에 의한 체지방 비율과 체밀도 추정식을 통한 체지방 비율의 비교

#### 1) 운동전 NIR과 추정식들에 의한 체지방비율 비교

신체 계측치를 이용하여 체지방률을 산출할 수 있는 여러 추정식은 간단하고 비용이 적게 들기 때문에 신체조성의 변화를 보는데 유용하다. 그러나

Table 6. Comparison of changes in skinfold thickness &amp; circumferences between the leanests and the fattersts

	Fattests (N=12)		Leanests (N=12)	
	Pre-training	Changes	Pre-training	Changes
<b>Skinfolds(mm)</b>				
Biceps	6.1 ± 2.7	-0.6 ± 3.1 <sup>NS</sup>	3.9 ± 0.9	-0.4 ± 1.1 <sup>NS</sup>
Triceps	15.9 ± 5.1	-1.9 ± 4.2 <sup>NS</sup>	10.2 ± 5.2	+0.7 ± 3.6 <sup>NS</sup>
Subscapular	18.3 ± 6.7	-2.7 ± 4.8 <sup>NS</sup>	12.7 ± 3.4	-0.6 ± 3.0 <sup>NS</sup>
Subcostal	11.5 ± 3.8	-2.8 ± 3.2 <sup>**</sup>	7.8 ± 1.6	-0.6 ± 1.6 <sup>NS</sup>
Suprailiac	11.1 ± 3.9	-4.5 ± 4.6 <sup>**</sup>	6.4 ± 2.2	-1.0 ± 1.7 <sup>NS</sup>
Abdomen	11.3 ± 3.2	-2.4 ± 2.2 <sup>**</sup>	8.5 ± 2.3	-0.6 ± 2.4 <sup>NS</sup>
Femoral	15.4 ± 6.0	-0.9 ± 2.7 <sup>NS</sup>	10.3 ± 3.2	-0.3 ± 2.1 <sup>NS</sup>
Calf	11.3 ± 4.1	+0.5 ± 2.4 <sup>NS</sup>	8.8 ± 3.1	-1.3 ± 2.2 <sup>NS</sup>
<b>Skinfold parameters</b>				
Sum of SF(mm)	97.1 ± 2.7	-16.5 ± 14.4 <sup>†</sup>	71.7 ± 18.5	-4.2 ± 10.5 <sup>NS</sup>
CF(mm) <sup>a</sup>	12.6 ± 3.1	-3.1 ± 2.6 <sup>†</sup>	9.1 ± 2.1	-0.8 ± 1.9 <sup>NS</sup>
PF(mm) <sup>b</sup>	11.8 ± 3.4	-0.3 ± 1.7 <sup>NS</sup>	8.3 ± 2.7	-0.01 ± 0.06 <sup>NS</sup>
CF/PF	1.16 ± 0.31	-0.24 ± 0.19 <sup>†</sup>	1.07 ± 0.19	-0.08 ± 0.23 <sup>NS</sup>
STR	1.18 ± 0.31	-0.08 ± 0.27 <sup>NS</sup>	1.35 ± 0.50	-0.16 ± 0.25 <sup>NS</sup>
<b>Circumferences(cm)</b>				
Chest	85.7 ± 2.7	-3.2 ± 4.6 <sup>*</sup>	86.4 ± 1.8	-2.1 ± 2.0 <sup>**</sup>
Waist	77.2 ± 2.8	-1.7 ± 2.8 <sup>*</sup>	69.6 ± 1.4	-0.8 ± 1.1 <sup>*</sup>
Hip	97.7 ± 2.5	-4.1 ± 1.8 <sup>†</sup>	88.6 ± 2.5	-3.5 ± 2.3 <sup>†</sup>
Arm	28.9 ± 1.5	-0.7 ± 1.3 <sup>NS</sup>	27.6 ± 8.9	-2.7 ± 8.9 <sup>NS</sup>
Thigh	56.1 ± 2.8	-0.5 ± 1.5 <sup>NS</sup>	49.7 ± 1.0	-0.8 ± 1.3 <sup>NS</sup>
Calf	40.5 ± 1.8	-0.7 ± 1.8 <sup>NS</sup>	35.2 ± 1.5	-0.7 ± 0.9 <sup>*</sup>
<b>Circumference ratios</b>				
Waist/hip	0.78 ± 0.25	+0.02 ± 0.03 <sup>NS</sup>	0.78 ± 0.26	+0.02 ± 0.03 <sup>NS</sup>
Waist/thigh	1.37 ± 0.08	-0.02 ± 0.05 <sup>NS</sup>	1.40 ± 0.32	0.00 ± 0.04 <sup>NS</sup>
Waist/calf	1.91 ± 0.08	-0.01 ± 0.09 <sup>NS</sup>	1.98 ± 0.88	-0.01 ± 0.01 <sup>NS</sup>
Arm/thigh	0.52 ± 0.02	-0.01 ± 0.03 <sup>NS</sup>	0.55 ± 0.18	-0.05 ± 0.18 <sup>NS</sup>

Values are Means ~ S.D.

\* p&lt;0.05    \*\* p&lt;0.01    † p&lt;0.001    NS : not significant

SF : Skinfold thickness, CF : Central fat, PF : Peripheral fat

STR : Subscapular/triceps

a : Mean of skinfold thickness of subscapular, suprailiac, subcostal and abdomen

b : Mean of skinfold thickness of biceps, triceps, femoral and calf

이들 추정식들의 무분별한 사용은 신체조성의 측정에 상당한 실책을 일으키게 된다<sup>36)</sup>.

그러므로 본 연구에서는 근적외선(NIR)을 이용한 체지방 분석기에 의한 체지방률과 본 연구 대상자와 같이 비교적 체지방이 적은 젊은 남자에게 적합한 추정식을 찾는 여러 연구에서<sup>37)38)</sup> 적당하

다고 보고된 8개의 방정식을 이용한 체지방률을 비교하여 보았다. 이를 통하여 운동전후의 체지방률을 추정하여 줄 수 있는 가장 적합한 식을 찾아보기 하였다.

Table 7은 운동전의 신체계측으로 산출한 8가지 식에 의한 체지방 비율을 체지방 자동 분석기에

## 운동이 성인남자의 신체조성에 미치는 영향에 관한 연구

의한 체지방율과의 차이를 t-test로 검정하여 보고, 상관성을 검증하였다. T-test를 통하여서는 Lohman, Katch, Sloan, 김의 식에 의한 추정량과 NIR에 의한 측정량 사이에 유의적 차이가 나타나지 않아 체지방 분석기에 의한 측정치와 유사함을 보여 주었다. 이들 중 Katch와 김의 회귀식은 각기 0.02와 -0.04의 작은 constant error를 보였다. 상관성 검증에서는 김의 식에 의한 추정량이 가장 높은 상관성을 나타내었고 그 다음은 Jackson, Forsyth, Sloan 순이었다.

Durnin의 식은 constant error가 -6.42로 가장 커졌다. 이는 Sinning 등<sup>37)</sup>이 남자 운동선수를 대상으로 여러 방정식을 평가 하였을 때 Durnin의 추

**Table 7.** Correlation and t-test of relative body fat by various equations with relative body fat by NIR

	Constant error	T-ratio	R
Durnin	-6.42	-18.9	0.41
Lohman	-0.39	-1.41*	0.51
Pollock, et al	-1.16	-3.59	0.48
Jackson	4.66	21.39	0.61
Forsyth	-1.91	-5.18	0.59
Katch, et al	0.02	0.07*	0.46
Sloan	0.49	1.50*	0.56
Kim, et al	-0.04	-0.18*	0.65

Constant error : Mean difference(% body fat by NIR-predicted % body fat)

\* T-ratio : True difference not significant( $p > 0.05$ )

R : Correlation coefficient

정식에 의한 체지방율이 수중 체밀도법에 의하여 측정한 체지방율에서 크게 벗어나 체지방이 적은 대상자에게는 적당치 않다는 보고와 일치한다.

이러한 결과로 볼 때 추정식들 중 체지방 자동 분석기에 의한 체지방율과 가장 유사한 체지방을 추정식은 김의 식으로 볼 수 있다. 이는 김의 연구 대상자들이 평균 연령이 21세이고 키 169cm, 몸무게 60kg으로 본 연구 대상자(평균 연령 20세, 키 171cm, 몸무게 66kg)와 유사하였기 때문인 것으로 사료된다.

### 2) 운동전후 NIR과 추정식들에 의한 체지방율 변화의 비교

운동전후 체지방율의 변화를 Table 8에 제시하였다. NIR, Forsyth, 김등의 추정식에 의한 체지방율이 높은 유의적 감소( $p < 0.001$ )를 보였다. Forsyth의 추정식은 등, 배의 피부두께를 이용하였고 김의 추정식은 삼두박근, 등, 배, 종아리의 피부두께와 BMI( $\text{kg}/\text{m}^2$ )를 이용하였다. 이들 부위 중 삼두박근을 제외하고는 운동에 의하여 유의적인 감소가 일어났다.

그러나 운동전후 체지방율의 감소량에 있어서 NIR측정에 의해 2.9%이었으나 Forsyth 추정식은 1.2%, 김의 추정식은 0.5%, Katch의 추정식은 0.7%로서 NIR에 의한 체지방을 감소량과 유의적인 차이를 보여주었다. 따라서 이들 추정식들은 운동에 의한 체지방을 감소를 정확히 반영하여 주지 못하는 것으로 볼 수 있다.

**Table 8.** Changes in relative body fat by the various equations and by NIR

	Pre-training	Post-training	P-value
NIR	12.6 ± 2.6	9.7 ± 2.7	0.000
Durnin	19.1 ± 4.1	18.8 ± 3.0	NS
Lohman	12.9 ± 3.4	12.1 ± 2.5	NS
Pollock, et al	13.8 ± 3.9	12.8 ± 3.0	0.002
Jackson	8.0 ± 2.4	7.3 ± 2.3	0.008
Forsyth	14.2 ± 4.5	13.0 ± 3.7	0.000
Katch, et al	12.6 ± 3.5	11.9 ± 2.4	0.013
Sloan	12.1 ± 4.4	12.4 ± 4.1	NS
Kim, et al	12.7 ± 2.6	12.2 ± 4.1	0.000

Values are Means ± S.D. NS : not significant

## 요약 및 결론

본 연구의 결과를 정리하여 보면 다음과 같다.

1) 1일 영양소 섭취량은 운동전에  $2973.3 \pm 318.2$  kcal로 한국인 권장량의 118%, 운동중에는  $2197.8 \pm 391.9$  kcal로 격심한 활동시의 권장량 63%에 해당되었다. 단백질 섭취량은 운동전에는  $98.2 \pm 12.0$  g, 운동중에는  $67.1 \pm 11.5$  g으로 한국인 영양 권장량의 140%, 격심한 활동시 권장량의 67%를 섭취하였다. 영양소별 구성비(당질 : 단백질 : 지방)는 운동전에는 72 : 12 : 16, 운동중 74 : 13 : 13로서, 한국 영양학회에서 권장하는 65 : 15 : 20에 비하여 당질의 섭취비율이 높아 당질 위주의 식사를 하고 있는 것을 보여 주었다.

2) 운동전후 신체조성의 변화를 보면 체중은  $66.5 \pm 5.3$  kg에서  $64.7 \pm 4.9$  kg로  $1.6 \pm 1.8$  kg의 유의적 감소( $p=0.000$ )를 보였고, 체지방율도  $12.6 \pm 2.6\%$ 에서  $9.7 \pm 2.7\%$ 로  $2.9 \pm 1.5\%$ 의 감소( $p=0.000$ )를 보였다. 무지방량(lean body mass, LBM)은 유의적 증가( $p=0.001$ )를 보였으며 근육량은 유의적인 감소를 보이지 않았다.

3) 운동전후 피부두께의 변화를 신체계측을 통하여 보면 부위별 피부두께중 장골위(supraileriac)의 두께가 가장 큰 감소를 보였으며 중심성 지방의 감소( $1.7 \pm 2.1$  mm)가 말초성 지방의 감소( $0.4 \pm 1.8$  mm)보다 더 많이 일어나 중심성 지방 분포 경향을 보여주는 중심성 지방/말초성 지방의 비(central fat/peripheral fat)가 운동으로 인하여 감소하였다.

신체 들레의 변화 중에서는 엉덩이 들레가  $93.9 \pm 3.3$  cm에서  $4.4 \pm 2.8$  cm의 가장 큰 유의적 감소( $p=0.000$ )가 일어났으며, 비만도의 지표가 되는 허리/허벅지 들레의 비가 감소되었음을 보였다.

4) 체중을 상위 10%, 하위 10%의 두 그룹으로 나누어 두 그룹 내에서의 운동전후의 변화를 비교하여 본 결과 상위 10% 그룹이 하위 10% 그룹보다 운동에 의한 신체 조성의 유의적 변화가 더 크게 나타난다. 단지 무지방량(LBM)과 근육량(BMM)은 두 그룹내에서 모두 유의적인 변화가 나타나지 않았다.

중심성 피부두께의 평균(늑골밀, 견갑골밀, 장골위, 복부)은 하위 10% 그룹에서는 유의적인 감소를 보이지 않은 반면 상위 10% 그룹에서는 유의적 감소를 보여주었다( $p<0.01$ ).

5) 운동전의 체지방율을 추정하는데는 8가지 추정식중에서 김, Lohman, Katch, Sloan의 추정식에 의한 체지방율이 체지방 자동분석기(NIR)에 의해 측정된 체지방율과 유의적인 차이를 보이지 않았다. 이 중에서 운동전후 체지방의 감소가 유의적으로 나타난 추정식은 김 등( $p=0.000$ )과 Katch( $p=0.013$ )의 추정식이었다.

이상의 결과에서 보면 운동뿐만 아니라 식이로 인해서도 부의 에너지 균형이 일어났으나 운동은 근육량의 감소를 막고 체지방율만을 감소시켜 바람직한 신체조성을 이루게 하였다. 앞선 연구에서도 보면 운동은 체중의 감소와 더불어 체지방 분포의 변화를 일으키기 때문에 성인병 예방 측면에서 도움을 줄 것이라고 하였다. 따라서 성인병 발병의 위험율이 높은 성인을 대상으로 연구가 더 진행될 필요가 있다. 또한 이런 연구를 위해 많은 대상자들로 신체조성을 측정하고자 할 때 널리 사용되는 체지방율 추정식은 그 대상자에게 적당한 식을 선정하는 것이 중요하므로 이에 관한 연구도 이루어져야 할 것으로 사료된다.

## Literature cited

- 1) Jassen GMF, Grant CJ, Saris WHH. Food intake and body composition in novice athletes during a training period to run a marathon. *Int J Sports Med* 10 : s17-s21, 1989
- 2) Powell KE, Thompson PD, Caspersen CJ, Kendrick JS. Physical activity and the incidence of coronary heart disease. *Ann Rev Public Health* 8 : 253-287, 1987
- 3) Gwinup G. Effect of exercise alone on the weight of obese women. *Arch Intern Med* 135 : 676-680, 1975
- 4) Girandola RN. Body composition change in women : effect of high and low exercise intensity. *Arch Phys Med Rehabil* 57 : 297-300, 1976

운동이 성인남자의 신체조성에 미치는 영향에 관한 연구

- 5) Tremblay A, Després JP, Leblanc C, Graig CL, Ferris B, Stephens T, Bouchard C. Effect of intensity of physical activity on body fatness and fat distribution. *Am J Clin Nutr* 51 : 153-157, 1990
- 6) Wilmore JH. Body composition in sports and exercise : direction for future research. *Med Sci Sports* 15(1) : 21-31, 1983
- 7) Girandola NR, Katch V. Effects of nine weeks of physical training on aerobic capacity and body composition in college men. *Arch Phys Med Rehabil* 54 : 521-524, 1973
- 8) Zviglick, Kaufmann NA. Weight and skinfold thickness changes during a physical training course. *Med Sci Sports* 8(2) : 109-112, 1976
- 9) 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
- 10) 김은경 · 이기열 · 김유리 · 허갑범. 당뇨병 환자의 체지방량 및 체지방 분포에 관한 연구. *한국영양학회지* 23(4) : 257, 1990
- 11) Després JP, Bouchard C, Tremblay A, Savard R, Marcotte M. Effects of aerobic training on fat distribution in male subjects. *Med Sci Sports* 17 : 113-118, 1985
- 12) Bogert. Nutrition and Physical Fitness, 7th Ed. 1963
- 13) 농촌 진홍청. 식품분석표(제 3 개정판), 1986
- 14) Conway JM, Karl HN, Bodwell CE. A new approach for the estimation of body composition : Infrared interaction. *Am J Clin Nutr* 40 : 1123-1130, 1984
- 15) 김은경 · 이기열 · 손태연. 신체 계측을 이용한 각종 체지방량 추정식의 타당성 평가. *한국영양학회지* 23(2) : 93-107, 1990
- 16) Durnin JVGA, Womersley J. Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfolds thickness : measurements on 481 men and women aged from 16 to 70 years. *Br J Nutr* 32 : 77-97, 1974
- 17) Forsyth HL, Sinning WE. The anthropometric estimation of body density and lean body weight of male athletes. *Med Sci Sports* 5 : 174-180, 1973
- 18) Sloan AW. Estimation of body fat in young men. *J Appl Physiol* 23 : 311-315, 1967
- 19) Jackson AS, Pollock ML. Generalized equations for prediction body density of men. *Br J Nutr* 40 : 497-504, 1978
- 20) Lohman TG. Skinfolds and density and their relation to body fatness : A review. *Human Biol* 53 : 181-225, 1981
- 21) Pollock ML, Schmidt DH. Measurement of cardiorespiratory fitness and body composition in the clinical setting. *Compr Ther* 6 : 12-17, 1980
- 22) Katch FI, MacArdle WD. Prediction of body density from simple anthropometric measurements in college age men and women. *Human Biol* 45 : 445-454, 1973
- 23) Siri WE. Body composition from fluid spaces and density. Berkeley Calif : Donner Lab Med Physics, Univ of Calif Rept, 19 March, 1956
- 24) 한국인구보건연구원. 한국인의 영양권장량 제 5 차 개정. 고문사, 1989
- 25) Thompson DA, Wolfe LA, Eikelboom R. Acute effect of exercise intensity on appetite in young men. *Men Sci Sports Exerc* 20(3) : 222-227, 1988
- 26) 전국주. 운동 요법과 식이요법을 통한 비만조절의 비교개발. 고려대학교 대학원 석사학위논문, 1986
- 27) Boileau RA, Buskirk ER, Horstman DH, Medez J, Nicolas MC. Body composition changes in obese and lean men during physical conditioning. *Med Sci Sports* 3 : 183-189, 1971
- 28) Brownell KD, Steen SN, Wilmore JH. Weight regulation, practices in athletes : analysis of metabolic and health effects. *Med Sci Sports Exerc* 19 (6) : 256-256, 1987
- 29) Ballor DL. Exercise intensity dose not effect the composition of diet and exercise induced body mass loss. *Am J Clin Nutr* 51 : 142-146, 1990
- 30) Leon AS, Conrad J, Hunninghake DB, Serfass S. Effects of a vigorous walking program on body composition, and carbohydrate and lipid metabolism of obese young men. *Am J Clin Nutr* 33 : 1776-1787, 1973
- 31) Zuti WB, Golding LA. Effect of diet and exercise on body composition of adult women during weight reduction. *Med Sci Sports* 5 : 62, 1973
- 32) Kollias J. Cardiorespiratory responses of young

- overweight women to ergometry following modest weight reduction. *Arch Environ Health* 27 : 61-64, 1973
- 33) Wilmore JH. Alterations in strength, body composition and anthropometric measurements consequent to a 10 week weight training program. *Med Sci Sports* 6(2) : 133-138, 1974
- 34) Després JP, Tremblay A, Nadeau A, Bouchard C. Physical training and changes in regional adipose tissue distribution. *Act Med Scand Suppl* 723 : 205-212, 1988
- 35) Gettrman LR, Ayres JJ, Pollock KL. Physiologic effects on adult men of circuit strength training and jogging. *Arch Phys Med Rehabil* 60 : 115-120, 1979
- 36) Sinning WE, Wilson JR. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in women athletes. *Res Quarterly Exerc Sport* 55 : 153-160, 1984
- 37) Sinning WE, Dolny DG, Little KD, Cunningham LN, Racaniello A, Siconolfi SF, Sholes JL. Validity of "generalized" equations for body composition analysis in male athletes. *Med Sci Sports* 17 : 124-130, 1985
- 38) Thorland WG, Johnson GO. Validity of anthropometric equations for the estimation of body density in adolescent athletes. *Med Sci Sports* 16 : 77-81, 1984
- 39) Després JP, Prud'homme D, Pouliot MC, Tremblay A, Bouchard C. Estimation of deep abdominal adipose tissue accumulation from simple anthropometric measurements in men. *Am J Clin Nutr* 54 : 471-477, 1991