

## Indirect Calorimetry를 이용한 한국 성인의 휴식대사량 비교 연구\*

박정아 · 김기진<sup>1)</sup> · 김정희<sup>2)</sup> · 박영숙<sup>3)</sup> · 구재욱<sup>4)</sup> · 윤진숙<sup>†</sup>

계명대학교 식품영양학과, 계명대학교 체육학과,<sup>1)</sup> 서울여자대학교 영양학과,<sup>2)</sup>  
순천향대학교 식품영양학과,<sup>3)</sup> 방송대학교 가정학과<sup>4)</sup>

### A Comparison of the Resting Energy Expenditure of Korean Adults Using Indirect Calorimetry

Jung-A Park, Ki-Jin Kim,<sup>1)</sup> Jung Hee Kim,<sup>2)</sup> Young-Sook Park,<sup>3)</sup>  
Jaeok Koo,<sup>4)</sup> Jin-Sook Yoon<sup>†</sup>

*Department of Food and Nutrition, Keimyung University, Daegu, Korea*

*Department of Physical Education,<sup>1)</sup> Keimyung University, Daegu, Korea*

*Department of Nutrition,<sup>2)</sup> Seoul Women's University, Seoul, Korea*

*Department of Food Science and Nutrition,<sup>3)</sup> Soonchunhyang University, Asan, Korea*

*Department of Home Economics,<sup>4)</sup> Korea Broadcasting University, Seoul, Korea*

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to provide baseline data for revising the recommended energy intake for Korean adults. We recruited 290 adults so as to determine their resting energy expenditure (REE) and energy intake. The REE was measured by indirect calorimetry. We also calculated the REE from prediction equations formulated by World Health Organization (WHO). The energy intake for two consecutive days was assessed using the 24 hour recall method. The body weight, lean body mass (LBM) and percentage body fat were measured using the INBODY 3.0 system. We compared the results of three age groups: 20 to 29 years, 30 to 49 years and 50 years or more. The average energy intake of each age group was below the 7th Korean Recommended Dietary Allowances (RDA). The average energy intake was lower in the older age groups. However, no difference was observed among the age groups when the energy intake as a percentage of the Korean RDA was compared. Our measurement of the REE was higher than the REE calculated by the WHO's method. Correlation coefficients between the measured and the calculated values of REE for all age groups showed significant correlations ( $r = 0.475-0.672$ ). As the ages of all the subjects increased, the REE/kg of body weight decreased. There were no significant differences in the REE / kg of the LBM between the different age groups; however, the REE/kg of the LBM was higher in the female group than in the male group. Negative correlations of the REE with the age ( $r = -0.242$ ) and body fat ratio ( $r = -0.313$ ) were observed; positive correlations of the REE with the BMI ( $r = 0.265$ ), height ( $r = 0.570$ ), weight ( $r = 0.562$ ) and LBM ( $r = 0.586$ ) were also found ( $p < 0.01$ ). (*Korean J Community Nutrition* 8(6) : 993~1000, 2003)

**KEY WORDS** : energy intake · resting energy expenditure · lean body mass · % body fat

---

채택일 : 2003년 11월 24일

\*본 연구는 2001년 건강증진연구사업으로 수행된 연구결과임.

<sup>†</sup>Corresponding author: Jin-sook Yoon, Department of Food & Nutrition, Keimyung University, 1000 Sindang-dong, Dalseo-gu, Daegu 704-701, Korea

Tel: (053) 580-5873, Fax: (053) 580-5885, E-mail: jsook@kmu.ac.kr

## 서론

최근 우리 나라에서는 경제수준의 향상과 신체활동의 감소, 식생활의 변화로 비만 이환율은 지난 20년간 꾸준히 증가하고 있는 추세이다(Moon 1996). 국민건강·영양조사(2001)에서 나타난 우리 나라 사람들의 에너지 섭취량을 한국인 에너지 권장량과 비교해보면, 전 연령층에서 모두 권장량 이하의 에너지를 섭취하고 있음에도 불구하고 국민의 비만 이환율은 높은 것으로 보고되고 있어 적정 에너지의 섭취는 국민건강의 가장 큰 문제로 대두되고 있다. 이러한 우리 나라 사람들의 체중 증가의 원인은 단순히 섭취량의 증가에 기인하기 보다는 생활양식의 변화에 따른 소비에너지의 감소와도 관련이 있을 것으로 보인다.

소비에너지는 휴식 대사량(Resting Metabolic Energy Expenditure, REE), 활동에 의한 에너지 소모량(Thermic Effect of Exercise, TEE), 식품을 이용한 에너지 소모량(Thermic Effect of Food, TEF), 적응 대사량(Adaptive Thermogenesis, AP)등 네 부분으로 구성되어 있으며 각각의 에너지가 쓰이는 비율은 개인에 따라 다르다. 소비 에너지 중에서 안정시 대사율을 나타내는 휴식 대사량은 보통 1일 총 에너지 소비량의 60~75%로 에너지 소비량의 가장 큰 부분을 차지하며 나이, 성별, 체격, 영양상태, 호르몬 균형상태, 개인의 근육대사 차이, 유전적 차이 등에 영향을 받는다(Case 등 1997; Liu 등 1995; Arciero 등 1993).

노화에 따라서 휴식 대사량이 감소되는 원인의 대부분은 체지방 체중(Fat Free Mass: FFM)의 감소에 의해서 설명되며(Napoli & Horton 1998), 여성은 체격이 남성보다 작으므로 휴식 대사량은 남성보다 낮다. FFM, 연령 그리고 성별에 따라서 개개인의 휴식 대사량 차이의 83%를 설명할 수 있고 유전은 11%를 설명할 수 있다고 알려졌다(Zurlo 등 1990; Napoli & Horton 1998).

이처럼 휴식 대사량은 1일 에너지 필요량 산정을 위한 기초자료로서 가장 큰 비중을 차지하므로 WHO (1985)에서는 에너지 권장량의 산출은 휴식 대사량에 활동계수를 곱하는 방식을 채택하였다. 따라서 현재 사용 중인 제 7차 한국인 영양권장량(The Korean Nutrition society 2000)에서도 휴식 대사량에 활동계수를 곱하여 1일 에너지 권장량을 책정하였다. 그러나 한국인 10~19세, 20~29세 집단의 휴식 대사량은 우리 나라 사람을 대상으로 실측한 자료가 없는 관계로 WHO (1985)에서 제안한 바와 같이 체중을 이용하여 휴식 대사량을 예측하는 공식을 그대로 적

용하기로 하였다. 한편 30세 이상의 휴식 대사량은 한국인을 대상으로 운동 처방의 일환으로 안정 상태에서 산소 소비량을 측정된 자료로부터 산출한 휴식 대사량을 활용하였으며 이러한 원자료를 토대로 한국인 휴식 대사량 예측 공식을 도출하였으므로 역시 검토가 필요한 상태이다. 이와 같이 현재 한국인 에너지 권장량 산출에 사용된 휴식 대사량 계산 공식의 근거자료는 대부분 외국자료이며 한국인을 대상으로 측정된 자료의 경우에도 연구목적에 따라 체계적으로 수집한 자료가 아니므로 적정에너지 섭취의 평가기준인 한국인 에너지 권장량은 과학적 산출근거가 취약한 상태이다.

한국인 12~22세 남녀학생 207명을 대상으로 휴식 대사량과 1일 소비열량에 대해 보고한 자료(Kim 1965)가 있기는 하나 40년 전의 자료이기 때문에 생활양식과 신체 조건이 매우 상이한 오늘날에 적용하기에는 무리가 있다. 1995년 이후에는 우리 나라에서 연령별 휴식 대사량을 체계적으로 연구한 자료는 없는 상태이다. 따라서 본 연구에서는 20~64세의 성인 남녀 총 290명을 대상으로 하여 Indirect Calorimeter를 이용하여 휴식 대사량을 측정하였으며 이러한 측정결과를 WHO 방법으로 계산한 휴식 대사량과 비교 분석함으로써 한국인 에너지권장량 설정을 위한 근거자료를 마련하는데 기여하고자 하였다.

## 연구내용 및 방법

### 1. 조사대상

대구지역에 거주하는 20세에서 64세의 성인 남녀 총 242명 대상으로 하였다. 조사대상자 선정시 대사량에 영향을 미치는 약물, 호르몬제의 복용을 하지 않는 건강한 사람을 대상으로 하였다.

### 2. 조사내용 및 방법

#### 1) 에너지 섭취량 조사

연속 2일간의 식사 섭취량은 24시간 회상법으로 조사하였으며 한국영양학회에서 개발한 영양 관리 프로그램(CAN)을 이용하여 영양소별 섭취량을 분석한 뒤 2일간의 평균치로부터 1일 에너지 섭취량을 산출하였다.

#### 2) 신체계측 및 체성분 측정

조사 대상자의 키, 체중을 측정하여 체질량지수(Body Mass Index, BMI)를 구하였으며 Inbody 3.0(Biospace Co. Korea)을 이용하여 체성분(근육량, 체지방량)을 측정하였다.

### 3) 휴식대사량 측정방법

#### (1) 측정기기

Quinton (Q-5000, U.S.A)을 이용하여 간접열량 측정법(Indirect Calorimetry)에 의하여 측정하였다.

#### (2) 측정내용

조사대상자들로 하여금 휴식 대사량을 측정하기 최소한 4시간 전부터 음식을 금하게 하였고, 전날부터 알코올성 음료를 금하였다. 조사대상자들이 실험실에 도착하면 10~15분 휴식을 취하도록 하였다. 침대에 누운 안정상태에서 warming up을 2분간 한 후, 입에 착용한 gas 마스크를 통해 일정 기간(10~15분) 동안 호흡시에 사용된 산소 소모량을 측정하고 그 산소 소모량으로부터 Bruce 방식으로 소모된 열량을 계산하였다. 표준조건하에서 미리 측정하여 산출한 1l의 산소의 열량은 4.83 kcal이므로 일정한 시간 내에 소모된 산소의 양으로부터 에너지 대사량을 계산하였다 (McArdle 등 1991).

### 4) 자료처리 및 분석

완전한 응답을 한 설문지 및 실험분석자료에 한해 SPSS/PC를 이용하여 통계처리 하였으며 각 분석 내용별로 다음과 같은 통계방법을 이용하였다.

(1) 조사 대상자들의 신체적 특성, 에너지 섭취량, 휴식 대사량 자료에 대해서는 평균과 표준편차를 구하고 연령별 차이는 ANOVA 및 LSD pairwise comparison test로 유

의성을 검정하였다. ANOVA 검증을 위한 사전 기준이 되는 등분산성(homogeneity) 검증은 Levene's test를 이용하였다.

(2) 휴식 대사량과 관련있는 변수들간의 상호 관련성 분석은 Pearson의 상관계수를 사용하였다.

## 연구결과 및 고찰

### 1. 조사대상자들의 신체적 특성

남녀 조사대상자들의 신체계측 결과와 체구성 성분을 연령별로 Table 1과 2에 나타내었다. 남자 대상자들의 평균 신장은 172.8 cm, 체중은 71.1 kg이었고 BMI의 평균치는 23.8, 평균 체지방율은 19.6%이었다(Table 1). 한편 Table 2에서 제시된 바와 같이 여자 대상자들의 평균 신장은 158.3 cm, 평균 체중은 56.2 kg이었고 BMI의 평균치는 22.5, 평균 체지방율은 30.2%이었다.

남녀 모두 연령이 높은 군일수록 평균 신장은 낮았으며 평균체중은 남자의 경우에는 연령군 간에 차이가 없었으나 여자는 연령이 높은 군에서 유의하게 높은 수치를 보였다. BMI는 20대, 30~49세 군에서는 남자가 여자보다 높았으나 50대 이상에서는 여자가 높았으며 연령증가와 더불어 높아지는 추세였는데 이것은 국민건강·영양조사와 일치하는 결과이다(Ministry of Health and welfare, 2002). 조사 대상자들의 신체계측치 중에서 체지방율의 분포는

Table 1. Anthropometric characteristics of male subjects by age groups

Variables	20-29 (n = 68)	30-49 (n = 31)	50-64 (n = 22)	Total (n = 121)
Height (cm)	174.5 ± 5.49 <sup>a</sup>	171.8 ± 5.51 <sup>b</sup>	169.1 ± 4.26 <sup>b</sup>	172.8 ± 5.66
Age (years)	22.9 ± 2.47 <sup>a</sup>	39.4 ± 5.38 <sup>b</sup>	56.7 ± 5.28 <sup>c</sup>	33.3 ± 13.7
Weight (kg)	71.8 ± 10.6	70.3 ± 9.24	70.0 ± 6.66	71.1 ± 9.60
BMI	23.6 ± 2.92	23.7 ± 2.41	24.5 ± 2.14	23.8 ± 2.67
LBM (kg)	59.1 ± 9.40 <sup>a</sup>	56.5 ± 6.91 <sup>ab</sup>	53.6 ± 3.89 <sup>b</sup>	57.0 ± 7.87
Body fat (%)	18.1 ± 5.26 <sup>b</sup>	19.2 ± 4.62 <sup>b</sup>	23.3 ± 4.29 <sup>a</sup>	19.6 ± 5.21

Values are mean ± SD.

BMI: body mass index = kg/m<sup>2</sup>, LBM: lean body mass

Values in the same row with different superscripts are significantly different at p < 0.05.

Table 2. Anthropometric characteristics of female subjects by age groups

Variables	20-29 (n = 64)	30-49 (n = 56)	50-64 (n = 49)	Total (n = 169)
Height (cm)	160.3 ± 4.92 <sup>a</sup>	159.1 ± 5.08 <sup>a</sup>	154.8 ± 5.74 <sup>b</sup>	158.3 ± 5.67
Age (years)	21.9 ± 2.09 <sup>a</sup>	39.4 ± 5.71 <sup>b</sup>	58.0 ± 4.16 <sup>c</sup>	38.2 ± 15.3
Weight (kg)	<b>52.1 ± 6.12<sup>a</sup></b>	<b>57.4 ± 6.29<sup>b</sup></b>	<b>60.2 ± 7.81<sup>c</sup></b>	56.2 ± 7.47
BMI	20.4 ± 2.22 <sup>a</sup>	22.8 ± 2.31 <sup>b</sup>	25.0 ± 2.85 <sup>c</sup>	22.5 ± 3.08
LBM (kg)	<b>38.0 ± 4.74<sup>a</sup></b>	<b>40.4 ± 3.36<sup>b</sup></b>	<b>40.1 ± 4.98<sup>b</sup></b>	39.7 ± 4.43
Body Fat (%)	<b>27.7 ± 4.70<sup>a</sup></b>	<b>29.2 ± 4.48<sup>a</sup></b>	<b>33.1 ± 5.29<sup>b</sup></b>	30.2 ± 5.29

Values are mean ± SD. Values in the same row with different superscripts are significantly different at p < 0.05.

Fig. 1에 제시된 바와 같이 여자가 남자에 비해 전반적으로 유의하게 높은 경향을 보여 주었다. Nieman (1996)은 체지방율에 의한 성인 비만 판정기준으로 남자는 체지방율 25% 이상, 여자는 33% 이상인 경우 비만으로 분류할 것을 제안한 것도 남녀의 이러한 차이를 반영한 결과라 하겠다. 한편 남녀 모두 연령이 높은 군일수록 체지방율 역시 높은 경향을 나타내었다.

**2. 조사대상자들의 에너지 섭취량**

Table 3은 남녀 조사대상자들의 섭취열량과 한국인 에너지 권장량에 대한 섭취비율을 연령군별로 나타낸 것이다. 각 연령군별로 살펴보면 20~29세의 경우 남자 2219.4 kcal, 여자 1610.7 kcal이었고 30~49세 집단에서는 남자 2064.1 kcal, 여자 1649.2 kcal이었다. 그리고 50~64세 집단에서는 남자 1955.7 kcal, 여자 1589.0 kcal로 나타나 조사대상자들의 에너지 섭취량과 권장량에 대한 섭취비율은 모든 연령군에서 남자가 여자에 비해 높은 수치를 나타내었다. 남녀 모두 연령이 증가할수록 에너지 섭취량은 감소하였으나 권장량에 대한 섭취비율은 차이가 없었다.

본 연구에 참여한 남녀의 각 연령군별 평균 에너지 섭취량을 2001년 국민건강·영양조사(Ministry of Health

and welfare, 2002)의 남녀 연령별 평균과 비교하면 본 연구대상자들의 평균 에너지 섭취량이 낮은 편이었다. 연령군 별로 비교하면 20대 남자는 6%, 30~49세 17%, 50~64세는 10% 정도 낮았다. 한편 여자는 20대에서 15%, 30~49세에서 18%, 50~64세에서는 9%정도로 섭취량이 낮았다. 이러한 차이는 국민건강·영양조사에서는 전국적으로 다양하게 대상자들을 선정하였지만 본 연구에서는 협조가 가능한 사람들 위주로 대상자들을 선정하였기 때문일 것으로 보인다. 즉 휴식 대사량 측정을 위하여 20대는 대학생 위주로 구성하였으며 그 밖의 성인 대상자들도 사무직이나 가정주부들이 주로 참여하였다는 점에서 대상자 특성에 차이를 가져왔을 것으로 추정된다. 대학생이 아닌 다양한 전문직종에 종사하는 경북지역의 성인 남녀를 대상으로 에너지 섭취량을 측정된 연구(Yoon 등 2000)에서 20대 남성은 2333.9 kcal, 여성은 1735.3 kcal이었고 30대 남성은 2275.5 kcal, 여성은 1880.6 kcal이었으며 40~59세 남성은 2376.1 kcal, 여성은 1954.0 kcal로 보고되어 본 연구 대상자들의 결과에 비해 전반적으로 에너지 섭취량이 높았다. 한편 여자 대학생과 여자 운동 선수들의 에너지 섭취량을 비교하였을 때(Hong 등 2001) 일반 여대생은 에너지 섭취량이 불과 1412.7 kcal인데 반해 체중부하운동을 하는 여자 선수는 2642.5 kcal를, 여자 수영선수는 2377.3 kcal를 섭취하는 것으로 나타나 활동 유형에 따라 에너지 섭취량에 현격한 차이가 있음을 보여주었다.

**3. 조사대상자들의 휴식 대사량**

Table 4는 남녀별, 그리고 연령별로 본 연구에서 측정된 휴식대사량을 체중과 체지방량인 Lean body mass (LBM) 단위 kg을 기준으로 제시한 결과이다. 각 연령군 별 휴식 대사량을 살펴보면 20~29세 경우 남자 1728.2 kcal, 여자 1311.5 kcal이었고 30~49세 집단에서는 남자 1669.5 kcal, 여자 1316.8 kcal이었으며 50~64세 집단에서는 남자 1493.8 kcal, 여자 1252.5 kcal로 나타났다. 모든 연령층에서 남자가 여자보다 휴식 대사량이 더 높았고 연령이 증가함에 따라 휴식 대사량이 감소하는 경향을 보였다.

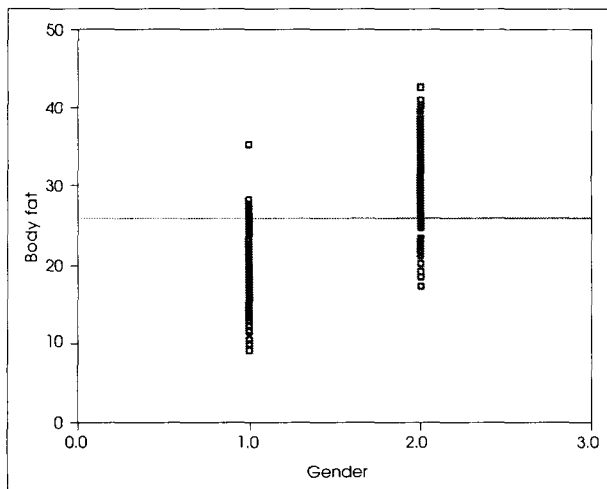


Fig. 1. Comparison of percent of body fat by gender (1 = male, 2 = female).

Table 3. Mean daily energy intake of subjects by age groups

	20-29	30-49	50-64	Total
Male	2219.4 ± 816.8 (89.4 ± 32.8) n = 68	2064.1 ± 491.3 (84.1 ± 22.1) n = 31	1955.7 ± 424.7 (85.7 ± 19.0) n = 22	2131.6 ± 689.7 (87.3 ± 28.1) n = 121
Female	1610.7 ± 419.5 (79.8 ± 21.1) n = 64	1649.2 ± 351.7 (82.1 ± 17.7) n = 55	1589.0 ± 395.3 (82.8 ± 18.2) n = 49	1617.0 ± 389.7 (81.4 ± 19.1) n = 168

( ) means energy intake as expressed by %RDA. Values are mean ± SD. Values in the same row with different superscripts are significantly different at p < 0.05.

**Table 4.** Resting energy expenditures by gender and age

Gender	Age (yrs)	Weight	REE	REE	
				Kcal/Wt (kg)	Kcal/LBM kg
Male	20-29	71.8 ± 10.6	1728.2 ± 368.2	24.3 ± 5.07	28.4 ± 9.25
	30-49	70.3 ± 9.24	1669.5 ± 302.1	23.9 ± 3.51	29.6 ± 4.51
	50-64	70.0 ± 6.66	1493.8 ± 315.3	21.4 ± 4.39	27.5 ± 5.38
	Total	71.1 ± 9.60	1669.5 ± 351.1	23.6 ± 4.68	28.6 ± 7.12
Female	20-29	52.1 ± 6.12	1311.5 ± 233.0	25.4 ± 4.31	32.1 ± 5.55
	30-49	57.4 ± 6.29	1316.8 ± 225.9	23.1 ± 3.98	32.5 ± 5.49
	50-64	60.2 ± 7.81	1252.5 ± 228.6	21.0 ± 4.06	31.4 ± 5.75
	Total	56.2 ± 7.47	1296.0 ± 229.7	23.3 ± 4.48	32.0 ± 5.57

Values are mean ± SD, REE: resting energy expenditure, Wt: weight

휴식 대사량이 남자가 여자보다 유의하게 높게 나타난 결과는 Arciero 등(1993)의 결과와 같으며 이는 남자와 여자의 체구성 성분의 차이로 설명할 수 있다. 성별과 나이에 따라 휴식대사량의 차이를 나타내는 주요 원인은 개인의 체근육량의 차이라고 알려진 바 있다(Napoli & Horton 1998). 즉 신체의 구성 성분 중 에너지를 주로 소비하는 부분은 체지방이 아니라 체지방조직(Fat-free mass)이기 때문에 남성의 경우 여성에 비해 체근육량이 많고 체지방량이 적어서 에너지 소비량이 더 많다고 한다(Webb 1981). 한편 연령을 기준으로 본다면 연령이 높아짐에 따라 대사가 활발한 조직은 감소하는 반면 지방조직이 증가하여 체지방이 축적되기 때문에 노화가 진행될수록 휴식대사량이 감소하는 경향을 보이는 것으로 알려져 있다(Vaughan 등 1991; Poehlman 등 1990; Poehlman 등 1993; Napoli & Horton 1998).

본 연구에서 대상자들의 단위 체중당 휴식대사량은 20~29세 경우 남자 24.3 kcal, 여자 25.4 kcal 이었고, 30~49세 집단에서는 남자 23.9 kcal, 여자 23.1 kcal, 50~64세 집단에서는 남자 21.4 kcal, 여자 21.0 kcal로 나타나 남녀 모두 연령이 높을수록 단위 체중당 휴식 대사량은 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 연령 증가에 따른 근육 감소로 인한 결과라고 해석할 수 있다. 한편 대상자들의 휴식 대사량을 LBM kg 당으로 비교해 보면 20~29세 경우 남자 28.4 kcal, 여자 32.1 kcal, 30~49세 남자 29.6 kcal, 여자 32.5 kcal, 50~64세 남자 27.5 kcal, 여자 31.4 kcal로 나타나 연령에 따른 차이가 없는 것으로 나타나 연령증가에 따른 휴식 대사량의 감소는 근육성분의 감소와 밀접한 관련이 있음을 재확인할 수 있었다.

또한 본 연구의 1일 휴식 대사량 측정결과를 다른 연구와 비교해 보면 WHO (1985) 자료에 비해서는 남녀 모두 약간 높은 편이었으며 Case 등(1997)이 아시아 여성을

대상으로 측정한 값과 비교하였을 때도 본 연구에 참여한 여성들의 측정 결과는 약간 높은 편이었다. 이러한 차이는 WHO (1985)나 Case 등(1997)의 연구에서는 기초 대사량을 제시하였던 반면 본 연구에서 측정한 것은 휴식 대사량이었기 때문일 수도 있다. WHO (1985)에서는 기초 대사량을 제시함에 있어서 남녀의 연령, 신장과 체중에 따라 단위 체중당 기초 대사량(BMR/kgWt)을 제시한 바 있다. 예로서 WHO에서는 30~60세 연령군 남자가 신장 170 cm, 체중 63.5 kg인 경우 단위 체중당 기초 대사량을 25.4 kg으로, 신장 180 cm, 체중 71.5 kg인 경우 단위 체중당 기초 대사량을 23.9 kg으로 제시하였다. Table 1에서 본 연구 대상자의 남자 평균치는 연령 33.3세, 신장 172.8 cm, 체중 71.1 kg이었으며 Table 4에 제시한 바와 같이 단위 체중당 휴식 대사량은 23.6 kcal/kgWt이었으므로 단위 체중당 휴식 대사량은 체중을 기준으로 하면 본 연구결과와 WHO 자료가 거의 일치하였으나 신장을 기준으로 비교하면 다소 차이를 보였다. 한편 본 연구결과에서 여자대상자 전체의 단위 체중당 휴식 대사량 평균치는 23.3 kcal/kgWt이었고 WHO에서 제시한 30~60세 연령군 여자 54 kg인 경우 단위 체중당 기초 대사량은 24.1 kg이었다.

Table 5는 본 연구에서 측정한 휴식 대사량을 WHO 계산법(1985)에 의해 산출한 휴식대사량과 비교하여 두 가지 방법간에 상관관계를 연령별, 그리고 남녀별로 비교한 것이다. 본 연구에서의 측정 결과는 WHO 방식에 의해 계산한 휴식 대사량과 비교하였을 때 50~64세 여자집단을 제외하면 전반적으로 높은 수치를 나타내었는데 가장 큰 차이를 나타낸 집단은 20~29세 남자였으며 가장 작은 차이를 나타낸 집단은 50~64세 여자였다. 그러나 두 가지 방법 간의 상관계수는 30~49세 남자 집단에서 가장 높았으며 50~64세 남자집단에서 가장 낮았다. 남녀를 통합

**Table 5.** Comparison of measured REE from this study and calculated REE by WHO method

Age (yrs)	Gender	REE		Coefficient
		Our result	WHO method	
20-29	Male (n = 66)	1728.2 ± 368.2	1455.8 ± 142.7	0.340**
	Female (n = 61)	1311.5 ± 233.0	1144.4 ± 69.5	0.429**
	Total (n = 127)	1528.0 ± 373.5	1307.3 ± 193.0	0.628**
30-49	Male (n = 31)	1669.5 ± 302.1	1435.8 ± 124.7	0.561**
	Female (n = 55)	1316.8 ± 225.9	1198.6 ± 66.0	0.328*
	Total (n = 86)	1443.9 ± 306.0	1283.1 ± 145.9	0.672**
50-64	Male (n = 22)	1493.8 ± 315.3	1432.3 ± 89.9	0.284
	Female (n = 66)	1252.5 ± 228.6	1231.3 ± 91.7	0.302**
	Total (n = 70)	1328.3 ± 280.3	1294.5 ± 130.5	0.475**

Values are mean ± SD, \*p < 0.05, \*\*p < 0.01

**Table 6.** Correlation coefficients between resting energy expenditure and anthropometric measurements

	BMI	Height	Weight	LBM	%body fat	Age
REE (kcal)	0.265**	0.570**	0.562**	0.586**	-0.313**	-0.242**
REE/WT (kg)	-0.409**	0.059	-0.259**	-0.096	-0.217**	-0.362**
REE/LBM (kg)	-0.112	-0.298**	-0.277**	-0.419**	0.249**	-0.025

\*p < 0.05, \*\*p < 0.01, REE: resting energy expenditure, WT: weight, LBM: lean body mass, BMI: body mass index

하여 상관계수를 산출하였을 때 모든 연령층에서 상관계수는 0.475~0.672 범위에 해당하는 비교적 높은 수치를 나타내었다(p < 0.01).

선행연구들에서 1일 에너지소비량 중 휴식 대사량은 60~75%일 것으로 보고한 바 있다(The Korean Nutrition Society 2000; Williams 1989). 이것을 토대로 WHO 방식을 이용하여 우리 나라 사람들의 REE를 산출하는 것이 과연 1일 에너지 소비량 추정에 적절한지 검토하여 보았다. Table 5에서 WHO 방법에 의한 계산치와 휴식 대사량 측정값과 가장 큰 차이를 보인 집단인 20대 남자의 경우 WHO 방식으로 산출된 휴식 대사량은 1455.8 kcal 이었다. 휴식 대사량이 1일 에너지소비량의 70%라고 간주하여 성인 남자 20대의 에너지 필요량을 역추정하면 2080 kcal 정도로 산출되는데 이것은 20대 남자의 1일 에너지 소비량이라고 보기에는 낮은 수치이다. 이러한 추정방식을 다른 연령의 남녀에게 적용시켜 보았을 때도 유사한 경향을 나타내므로 우리 나라 성인의 에너지 필요량을 설정하는데 있어 WHO 방식을 이용하여 휴식 대사량을 산출하는 것은 바람직하지 않은 것으로 평가되었다. WHO 방식은 대체로 우리 나라 사람들의 휴식 대사량을 과소평가하는 경향이 매우 높을 것으로 보인다.

Table 6은 휴식 대사량과 관련이 있는 변수들간의 상관계수를 나타낸 것이다. 나이와 휴식 대사량, 체중당 휴식 대사량과는 유의한 음의 상관성을 나타내어 나이가 높아질

수록 1일 휴식 대사량, 체중당 휴식 대사량이 낮아지는 경향을 보였다. 신체계측치 중에서 BMI, 신장, 체중, 제지방량, 휴식 대사량과 유의한 양의 상관성을 보였고, 한편 제지방량과 연령은 휴식 대사량과 유의한 음의 상관관계를 보여 주었으며 총 1일 휴식 대사량 뿐만 아니라 단위체중당 휴식 대사량(REE/kgWt)의 경우에도 유사한 경향을 나타내었다. 그러나 이러한 휴식대사량을 제지방량으로 보정하여 단위 제지방량 당 휴식 대사량으로 비교하면 상관계수는 연령과 무관한 것으로 나타났다. 그 중 휴식 대사량과 제지방량과의 상관계수가 가장 높았다. Cunningham (1980)과 Webb (1981)의 연구에서도 제지방량은 성별이나 연령에 독립적으로 휴식 대사량과 높은 양의 상관성이 있다고 보고하였으며 Bandini 등(1990)도 기초대사량과 제지방량과는 높은 양의 상관성이 있다는 결과를 발표했다. 제지방량과 휴식 대사량이 높은 상관관계를 보이는 것은 제지방량은 체내에서 대사상 활동성을 갖는 근육과 장기 무게를 포함하기 때문일 것이다. 따라서 위의 선행연구에서 보고한 바와 같이 연령 증가와 더불어 기초대사율이 감소하는 것은 체중보다는 근육을 포함하는 제지방량의 감소에 기인함을 본 연구에서도 확인 할 수 있었다. 성인의 휴식 대사량은 주로 근육대사 활동에 쓰이므로 근육량이 휴식 대사량의 주요 결정인자임은 선행연구를 통해 알려진 바 있다(Zurlo 등 1990).

따라서 앞으로 한국인 적정 에너지 섭취 기준을 새롭게

마련함에 있어서 비슷한 체중과 체격을 가진 경우라도 체구성 중 체지방량의 차이에 따라 에너지 소비량이 달라짐을 고려하는 것이 바람직할 것으로 보인다.

본 연구에서 얻은 남녀 각 연령층별 휴식 대사량 측정 결과를 토대로 활동계수를 적용한다면 정상 체중범위에 속하는 남녀 각 연령층별 에너지 섭취량의 기준을 제시할 수 있을 것이다. 또한 체구성의 개인차를 감안하는 방안으로서 체질량 지수를 이용하여 정상체중, 비만의 범주를 분류하고 에너지 섭취량의 기준을 제시함으로써 비만도에 따라 에너지 필요량에 차이가 있음을 제시하여야 할 것이며 향후 작업에서는 직업, 활동량의 차이도 함께 고려하여 제시하는 것을 검토해야 하리라고 본다.

## 요약 및 결론

바람직한 한국인 에너지 섭취 기준 마련에 필요한 에너지 섭취량의 기초자료를 제공하고자 20~64세의 성인남녀 총 290명을 대상으로 하여 휴식대사량과 에너지 섭취량을 측정하고 성별, 연령별에 따른 차이를 분석하였다.

1) BMI와 체지방율은 연령이 남녀 모두 연령이 높을수록 증가하는 경향을 나타내었으며 체지방율은 남자가 여자에 비해 평균적으로 10.6% 유의하게 낮은 경향을 보여 주었다.

2) 조사대상자들의 에너지 섭취량과 권장량에 대한 섭취 비율은 모든 연령군에서 남자가 여자에 비해 높은 수치를 나타내었다. 남녀 모두 연령이 증가할수록 에너지 섭취량은 감소하였으나 권장량에 대한 섭취비율은 차이가 없었다.

3) Indirect Calorimetry에 의해 측정된 우리 성인의 1일 휴식 대사량은 WHO 방식에 의해 산출한 휴식 대사량에 비해 남녀 모두 전반적으로 높은 값을 나타내었으며 두 가지 방법 간의 상관계수를 산출하였을 때 모든 연령층에서 상관계수는 0.475~0.672 범위로서 유의한 상관성을 나타내었다( $p < 0.01$ ).

4) 우리나라 성인의 단위 체중당 휴식 대사량 평균치는 남자  $23.6 \pm 4.68$  kcal/kg Wt, 여자  $23.3 \pm 4.48$  kcal/kg Wt이었다. 성별에 상관없이 연령이 높을수록 단위 체중당 휴식 대사량은 감소하였고 LBM kg 당으로 비교하였을 때는 연령에 따른 차이가 없었다.

5) 나이와 휴식 대사량, 체중당 휴식 대사량과는 유의한 음의 상관성을 나타내었다. 신체계측치 중에서 BMI, 신장, 체중, 체지방량은 휴식 대사량과 유의한 양의 상관성을 보였고 체지방율은 휴식 대사량과 유의한 음의 상관관계를

보여 주었다.

본 연구에서 한국 성인의 경우 휴식 대사량을 WHO 계산 방식에 의해 산출하는 것은 바람직하지 않은 것으로 평가되었으며 한국인 1일 에너지 적정 섭취기준을 마련할 때 휴식 대사량과 함께 신장, 체중, 그리고 체성분 구성에 대한 자료의 수집이 필요함을 확인하였다. 따라서 본 연구에서 측정된 성별, 연령별 휴식 대사량의 결과는 향후 한국 성인의 에너지 섭취 기준치 설정을 위한 기초자료로서 이용될 수 있으리라 사료된다.

## 참고 문헌

- Arciero PJ, Goran MI, Poehlman ET (1993): Resting metabolic rate is lower in women than in men. *J Appl Physiol* 75 (6): 2514-2520
- Bandini LG, Schoeller DA, Dietz WH (1990): Energy expenditure in obese and nonobese adolescents. *Pediatr Res* 27 (2): 198-203
- Case KO, Brahler J, Heiss C (1997): Resting energy expenditures in Asian women measured by indirect calorimetry are lower than expenditures calculated from prediction equations. *J Am Diet Assoc* 97: 1288-1292
- Cunningham JJ (1980): A reanalysis of the factors influencing basal metabolic rate in normal adults. *Am J Clin Nutr* 33: 2372-2374
- Hong H, Lee O, Jeong DC, So JM, Ryoichi N, Choi EC, Hwang GH, Ahn EH (2001): A study of dietary intake and bone mineral density in competitive female athletes. *Korean J Nutrition* 34 (6): 645-655
- Kim GJ (1965): A study of basal metabolic rate, thermic effect of exercise and total energy expenditure and in Korean student. *Modern Medicine* 3 (30): 271-289
- Liu HY, Lu YF, Chen WJ (1995): Predictive equations for basal metabolic rate in Chinese adults: A cross-validation study. *J Am Diet Assoc* 95: 1403-1408
- McArdle WD, Katch FI, Katch VL (1991): Exercise physiology; Energy, nutrition, and human performance, 3rd edition. Lea & Febiger, Philadelphia
- Ministry of Health and Welfare (2002): 2001 National Health and Nutritional Survey Report in Korea
- Moon SJ (1996): Korean Nutrition Problem. *Korean J Nutrition* 29 (4): 371-380
- Napoli R, Horton ES (1998): In: Present Knowledge in Nutrition 7th edition ILSI Press, Washington USA
- Nieman DC (1996): Nutritional Assessment 2nd edition Mosby, New York USA
- Poehlman ET, Goran MI, Gardner AW, Ades PA, Arciero PJ, Katzman-Rooks SM, Montgomery SM, Toth MJ, Sutherland PT (1993): Determinants of decline in resting metabolic in aging females. *Am Physio Soc* 264: E450-E455
- Poehlman ET, Horton ES (1990): Regulation of energy expenditure in aging humans. *Annu Rev Nutr* 10: 255-275
- The Korean Nutrition Society (2000): Recommended dietary allowances for Koreans. The 7th edition, pp.31-40
- Yoon JS, Yu KH, Ryu HK (2000): Assessment of nutrients intake and

- evaluation of nutritional adequacy of adults living in Kyungpook area. *J Korean Soc Food Sci Nutr* 29(4):701-711
- Vaughan L, Zurlo F, Ravussin E(1991): Aging and energy expenditure. *Am J Clin Nutr* 63 : 821-825
- Webb P(1981): Energy expenditure and fat-free mass in men. *Am J Clin Nutr* 34 : 1816-1826
- Williams SR(1989): Nutrition and diet therapy. St Louis, MO: Times Mirror/Mosby College Publishing
- WHO(1985): Energy and protein requirements. Geneva
- Zurlo F, arson K, Bogardus C, Ravussin E(1990): Skeletal Muscle Metabolism Is a Major Determinant of Resting Energy Expenditure. *J Clin Invest* 86: 1423-1427