

## 여대생을 대상으로 한 실측 휴식대사량과 예측 기초대사량의 상관관계에 관한 연구

장은재<sup>†</sup> · 이경령

동덕여자대학교 식품영양학과

### Correlation between Measured Resting Energy Expenditure and Predicted Basal Energy Expenditure in Female College Students

Un-Jae Chang<sup>†</sup> and Kyeong-Ryeong Lee

Dept. of Food and Nutrition, Dongduk Women's University, Seoul 136-714, Korea

#### Abstract

The aim of this study was to confirm the validity of predictive equations for the calculation of basal energy expenditure (BEE). One hundred twenty female college students were participated in this study. The resting energy expenditure (REE) was measured by indirect calorimetry for 30 minutes following an 12 hour overnight fasting. Among the available equations for predict BEE, Harris-Benedict, WHO/FAO/UNU and Cunningham methods were selected. Body composition was estimated by bioelectrical impedance analysis (BIA) for the equation of predicted BEE. The mean of measured REE was  $1257.2 \pm 147.9$  kcal/day, while the predicted values by Harris-Benedict, WHO/FAO/UNU and Cunningham were  $1373.3 \pm 45.4$  kcal/day,  $1290.0 \pm 61.7$  kcal/day and  $1187.6 \pm 49.2$  kcal/day, respectively. The Cunningham equation was more closed to measured values than Harris-Benedict and WHO/FAO/UNU equation by the correlation coefficient. Comparing Pearson's correlation coefficients, fat-free mass (FFM), body surface area (BSA) and body weight were higher than others such as height, body mass index (BMI), fat and fat%. The FFM's correlation coefficient was the highest as 0.74. Thus, the conclusion of this study suggested that the main determinant of BEE was FFM, and we derived a prediction equation as follows:  $BEE = -569.86 + 48.27 (FFM)$ .

**Key words:** basal energy expenditure (BEE), resting energy expenditure (REE), Harris-Benedict, WHO/FAO/UNU, Cunningham, fat-free mass (FFM)

#### 서 론

인체 에너지 균형은 열량 섭취와 열량 소비로 이루어지는데, 열량 섭취는 음식물로부터 탄수화물, 단백질 및 지방 등 열량영양소 공급을 통하여 이루어지고, 열량 소비는 기본적인 대사활동에 필요한 기초대사량(basal energy expenditure, BEE), 섭취한 음식물의 소화 및 흡수에 필요한 식사성 열발생 에너지(thermic effect of food, TEF)와 운동과 같은 움직임에 필요한 신체 활동을 위한 에너지 소모량(thermic effect of exercise, TEE)으로 구성되어 있다(1). 이 가운데 기초대사량은 열량 소비의 60~65%를 차지하기 때문에 조금의 차이라도 오랜 시간이 경과하면 결국 상당한 열량의 차이가 축적되어(2-4), 체중조절에 지대한 영향을 미치게 된다. 따라서 기초대사량의 감소는 비만을 유도하는 커다란 위험요소라고 할 수 있다(3). 또한 체중 감량 시 초기에는 감량속도가 빠르지만 시간이 지남에 따라 감량 속도가 둔화

되는 것이 일반적인 경향인데, 이는 기초대사량의 감소와 밀접한 관련이 있는 것으로 보고되고 있어(1,5,6), 체중조절에 있어서 기초대사량의 의미는 매우 중요하다.

기초대사량은 정상적인 생체기능의 유지와 항상성을 위해서 소비되는 최소한의 에너지이고, 휴식대사량은 여러 시간 단식 후 휴식을 취한 후 에너지 소모량으로 거의 유사하게 사용되나, 휴식대사량이 기초대사량보다 약 10% 높다. 휴식대사량은 엄격한 통제(온도, 습도 등) 아래 특수한 장비가 필요하므로 쉽게 측정할 수 없다는 제한점이 있다. 따라서 체중, 신장, 연령, 성별 등 간단히 알 수 있는 항목들을 적용하여 계산할 수 있는 예측공식에 대한 연구가 활발히 이루어졌다(7-18). 1919년 Harris와 Benedict(7)는 성별에 따라 신장, 체중과 나이로 기초대사량을 계산할 수 있는 새로운 공식을 제시하였고, Schofield(8)는 여러 문헌 고찰을 통해 그 결과를 재정리하여 예측공식을 제시하였으며, 이를 바탕으로 하여 WHO/FAO/UNU에서는 1985년 성별 및 연령에 따

<sup>†</sup>Corresponding author. E-mail: uj@dongduk.ac.kr  
Phone: 82-2-940-4464, Fax: 82-2-940-4609

라 신장, 체중을 입력하는 공식을 발표하였다(9). Pavlou 등(10)은 신장, 체중, 나이와 함께 이상체중을 변수로 하는 공식을 유도하였고, DuBios와 DuBios(11)는 신장과 체중으로 체표면적으로 계산할 수 있는 공식을 만들었으며, Boothy 등(12)은 체표면적으로부터 기초대사량을 계산하는 방법을 개발하였다. 이외에도 Owen 등(13,14), Dore 등(15)과 Mifflin 등(16)은 체중으로부터 기초대사량을 구하는 공식을 발표하였고, 기초대사량에 가장 영향을 주는 제지방량(fat free mass, FFM)을 변수로 하는 공식에 대한 연구들도 많이 발표되었다. Cunningham(17)은 제지방량과 관련이 있는 8개의 공식들을 조정하여 새로운 기초대사량 예측공식을 세웠고, Heymsfield 등(18)도 지난 20여 년간 발표된 제지방 관련 공식 14개에 대해 정리하여 발표하였다.

국내에서 기초대사량에 대해 발표된 연구로는 한국인의 기초대사량과 1일 소비열량에 관한 연구(19), 기초대사량에 운동이 미치는 영향(20-22), 사우나시에 기초대사량의 변화(23), 그리고 계절별 착의량이 기초대사량에 미치는 영향(24) 등이 발표되었으나, 기초대사량을 계산하는 공식에 관한 구체적인 연구는 거의 없는 실정이다. 이에 본 연구는 대표적인 세 가지 공식인 Harris-Benedict, WHO/FAO/UNU, Cunningham 등의 예측공식으로 계산한 기초대사량의 값들과 실제로 실험실에서 측정된 휴식대사량값을 비교하여, 본 실험의 연구대상자인 젊은 여성에게 어느 공식이 가장 적합한지를 살펴보았다. 그리고 기초대사량과 관련이 있는 요소로 파악된 신장, 체중, 체질량지수(body mass index, BMI), 체지방량, 체지방율, 체표면적, 제지방량과 측정 휴식대사량과의 상관관계를 분석하였고, 이를 바탕으로 적합한 기초대사량 공식을 유도하였다.

## 연구 방법

### 연구대상 및 기간

본 연구는 서울시내 일부 대학에 재학 중인 여대생들 중 다른 질병이 없는 건강한 120명을 연구대상자로 모집하여 실시하였다.

### 실측 휴식대사량 측정

연구 대상자들은 실측 휴식대사량을 측정하기 전날 저녁 8시 이후부터 다음날 아침 휴식대사량을 측정할 때까지 물 이외에 다른 음식물을 섭취하지 않도록 하였을 뿐 아니라 측정 당일 아침에도 가능한 활발한 신체적 활동을 자제시킨 상태로 오전 8시에서 10시 사이에 실험실을 방문하도록 하여 신장과 체중을 측정된 다음 반듯하게 누운 상태에서 잠들지 않은 상태로 30분 동안 안정을 취하게 하였다. 측정 직전에 흉부에 심박동 센서가 장착된 벨트를 착용시킨 후, 마스크를 착용하고 가스호흡분석기(MetaMax II, Germany)를 사용하여 10초 간격으로 O<sub>2</sub>의 소비량과 CO<sub>2</sub>의 배출량을 30분 동안 측정하였다. 휴식대사량의 계산은 측정 시작 1분

동안의 값을 제외한 나머지 값들의 평균을 계산하여 실측 휴식대사량(measured REE)으로 하였다.

### 예측 기초대사량 공식

예측 기초대사량(predicted BEE)의 계산은 체중과 제지방량은 kg, 신장은 cm로 하였으며, 나이는 만으로 적용하였다. WHO/FAO/UNU 공식의 경우 나이에 따른 공식들 가운데 20~24세의 여성에 대한 공식을 적용하였다.

Harris-Benedict formula (7):

$$RMR = 655.096 + 9.563(\text{weight}) + 1.850(\text{height}) - 4.676(\text{age})$$

WHO/FAO/UNU formula (9):

$$RMR = 13.3(\text{weight}) + 3.34(\text{height}) + 35$$

Cunningham formula (17):  $RMR = 370 + 21.6(\text{FFM})$

### 인체계측

**신장 측정** : 신장은 기초대사량 측정 전에 맨발의 상태로 자연스럽게 직립자세를 취하게 하고, 발뒤꿈치와 엉덩이, 어깨, 머리 뒷부분이 수직으로 일직선이 되도록 하고, 시선은 정면을 바라보고 수평이 되도록 하여 0.1 cm 단위까지 Martin 식 신장계(Jenix, DongSan Jenix, Korea)로 측정하였다.

**체중 및 체지방량 측정** : 체중과 체지방량은 기초대사량 측정 전에 체성분 측정기기(Inbody 3.0, Biospace, Korea)로 측정하였으며, 측정 전 금속제품을 제거하고 가벼운 옷차림 상태에서 맨발로 표시된 지점에 정확히 올라서도록 하여 측정하였다. 체지방량은 생체전기저항법(Bioelectrical impedance analysis)을 이용하였고, 체중과 체지방량은 0.1 kg 단위까지 측정하였다.

**제지방량 계산** : 제지방량(fat-free mass, FFM)은 체성분 측정기기의 결과를 바탕으로 하여 체중에서 체지방량을 뺀 값으로 적용하였으며, 단위는 kg으로 하였다.

**체질량지수 계산** : 신장과 체중 모두 소수 첫째 자리까지 측정하고, 다음의 공식에 대입하여 체질량지수(body mass index, BMI)를 계산하였다.

$$BMI = \text{Body weight (kg)} \div \text{Height}^2 (\text{m}^2)$$

**체표면적 계산** : 체표면적(body surface area, BSA)은 DuBois의 공식(11)과 같이 신장과 체중으로부터 계산한 값을 적용하였으며, 체중은 kg, 신장은 m, 체표면적의 단위는 m<sup>2</sup>으로 하였다.

$$BSA = 0.007184 \times \text{Weight}^{0.425} \times \text{Height}^{0.725}$$

### 통계 처리

본 연구의 자료는 SAS(statistical analysis system) package(ver 6.12)를 이용하였고, 실험 결과의 평균과 표준편차를 산출하였다. 실측 휴식대사량과 세 가지 공식을 통해 예측 기초대사량과의 상관관계를 Pearson's correlation coefficient로 살펴보았다. 실측 휴식대사량에 영향을 미치는 여러 가지 요인들과의 상관관계 또한 Pearson's correlation coefficient로 비교하였고, 이를 토대로 상관관계가 높은 변

수를 가지고 Stepwise Regression으로 공식을 유도하였으며, 상관관계 분석과 회귀 분석 모두  $p < 0.05$  수준에서 검정, 통계처리하였다.

## 결과 및 고찰

### 연구 대상자의 일반적인 특성

본 연구에 참여한 연구 대상자들의 신체적 특징은 평균과 표준편차의 형태로 나타내었다(Table 1). 대상자의 나이는 만  $21.2 \pm 1.2$ 세였는데, 그 범위가 20~24세로 대상자 120명이 여대생들이었기 때문에 넓게 분산되지 않고 좁은 분포를 보였다. 신장은  $161.0 \pm 5.8$  cm로 2001년 국민건강영양조사(25)에서 20~24세의  $160.9$  cm와 거의 비슷하였고, 체중은  $53.9 \pm 4.1$  kg으로 2001년 국민건강영양조사에서 20~24세의  $54.3$  kg보다 약간 적었다( $0.6$  kg). 체표면적(body surface area, BSA)은  $1.6 \pm 0.1$  m<sup>2</sup>이었고, 체지방량은  $16.1 \pm 3.2$  kg이었으며, 체질량지수(body mass index, BMI)는  $20.9 \pm 2.0$  kg/m<sup>2</sup>이었다. 체지방율은  $29.6 \pm 4.2\%$ 로 비만은 아니었지만 비만에 근접하게 나타났다. 체중에서 체지방량을 제외한 체지방량(fat free mass, FFM)은  $34.3 \sim 43.2$  kg의 범위를 나타냈고 평균은  $37.9 \pm 2.3$  kg이었다.

### 실측 휴식대사량과 예측기초대사량의 비교

120명을 연구대상으로 실측 휴식대사량과 Harris-Benedict, WHO/FAO/UNU, Cunningham 등의 공식에 의한 예측 기초대사량들의 평균과 편차는 Table 2에 제시하였다. 실측 휴식대사량은  $981.1 \sim 1544.1$  kcal/day의 범위였고, 평균은  $1257.3 \pm 147.9$  kcal/day이었다.

성별에 따라 신장, 체중과 나이를 적용한 Harris-Benedict 공식으로 구한 기초대사량은 실측 휴식대사량보다  $112.00 \pm$

Table 1. Characteristics of the subjects (n=120)

Characteristics	Mean $\pm$ SD
Age (yrs)	$21.2 \pm 1.2$
Height (cm)	$161.0 \pm 5.8$
Weight (kg)	$53.9 \pm 4.1$
BSA (m <sup>2</sup> ) <sup>1)</sup>	$1.6 \pm 0.1$
IBW (kg) <sup>2)</sup>	$54.9 \pm 5.2$
PIBW (%) <sup>3)</sup>	$98.9 \pm 11.0$
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>4)</sup>	$20.9 \pm 2.0$
Fat (kg)	$16.1 \pm 3.2$
Fat percentage (%)	$29.6 \pm 4.2$
FFM (kg) <sup>5)</sup>	$37.9 \pm 2.3$

<sup>1)</sup>BSA: Body surface area

$$BSA (m^2) = 0.007184 \times \{weight (kg)^{0.425}\} \times \{height (cm)^{0.725}\}$$

<sup>2)</sup>IBW: Ideal body weight

$$IBW (kg) = (height (cm) - 100) \times 0.9$$

<sup>3)</sup>PIBW: Percentage of ideal body weight

$$PIBW (\%) = weight (kg) / IBW (kg) \times 100$$

<sup>4)</sup>BMI: Body mass index

$$BMI (kg/m^2) = weight (kg) / (height (m))^2$$

<sup>5)</sup>FFM: Fat-free mass

$$FFM (kg) = weight (kg) - fat (kg)$$

Table 2. Comparison between measured resting metabolic rate and predicted resting metabolic rate (n=120)

Resting metabolic rate	Mean $\pm$ SD	Differences (predicted-measured)
Measured	$1257.2 \pm 147.9$	-
Predicted		
Harris-Benedict formula	$1369.3 \pm 44.5$	$+112.0 \pm 121.3$
WHO/FAO/UNU formula	$1290.0 \pm 61.7$	$+32.7 \pm 115.6$
Cunningham formula	$1187.6 \pm 49.2$	$-69.7 \pm 116.2$

(unit: kcal/day)

$121.31$  kcal/day 높게 나타났으며, WHO/FAO/UNU 공식은  $32.7 \pm 115.6$  kcal/day 높게, Cunningham 공식은  $69.7 \pm 116.2$  kcal/day 낮게 나타났다.

Owen 등의 연구(13)에서도 Harris-Benedict 공식으로 구한 예측 기초대사량이 실측 휴식대사량보다  $171 \pm 158$  kcal 높게 나왔고, Dalderup 등의 연구(26), Daly 등의 연구(27)와 다른 많은 연구들(10,16,27,28)에서도 마찬가지로 결과였다. 이와 같이 Harris-Benedict 공식으로 구한 예측 기초대사량이 실측 휴식대사량보다 높게 나온 이유는 첫째, Harris와 Benedict의 연구가 이루어진 시대는 지금과는 다른 20세기 초로 현재 사람들은 그 당시의 사람들보다 수명이 길고 체중이나 활동 정도도 다른데, 특히 나이가 주요변수로 작용하는 Harris-Benedict 공식은 젊은 사람들에게서 높게, 나이든 사람들에게서 낮게 기초대사량을 평가하는 것으로 제기되었다(13,16). 그리고 Harris-Benedict 공식이 정상 체중인 사람들의 측정결과를 바탕으로 만들어졌기 때문에(10,17), 모든 사람들에게 적용하면 실측 휴식대사량에 가까운 결과를 얻기 어렵다고 할 수 있다.

성별과 나이에 따라 신장, 체중을 적용하여 WHO/FAO/UNU 공식으로 구한 예측 기초대사량은  $1290.0 \pm 61.7$  kcal/day로 실측 휴식대사량보다 높게 나타났는데, 최근 연구에 따르면 WHO/FAO/UNU 공식에 의한 예측 기초대사량은 실측 휴식대사량을 높게 평가하는 것으로 보고되었다(29,30). Hayter과 Henry(31)는 WHO/FAO/UNU 공식의 바탕이 되는 Schofield 등의 연구(8)를 고찰한 결과, 이탈리아인의 기초대사량이 북부 유럽인과 북아메리카인보다 높았는데, 이는 선정된 대상자들의 특징(젊고 신체적으로 활동적인)과 자료를 수집한 1930년대에 이용된 방법의 차이로 인한 것이라고 부분적으로 설명하였고, 이 사실은 Clark와 Hoffer의 연구(32)와 Henry와 Rees의 연구(33)에서도 Schofield 공식이 측정값보다 높게 나온 것으로도 확인할 수 있다. WHO/FAO/UNU 공식에 의한 예측 기초대사량이 실측 휴식대사량보다 높게 나타난 또 다른 가능성으로는 음식물 섭취, 민족적 배경 및 신체상태 등의 복합적인 작용과 함께, 기후 환경 등에 따른 thyroid gland activity의 변화에 기인할 수도 있다(29,33-35).

체지방량을 적용하여 Cunningham 공식으로 계산한 예측 기초대사량은  $1187.6 \pm 49.2$  kcal/day로 실측 휴식대사량보

다 낮게 나타났지만, 이러한 측정 기초대사량과의 차이는 Harris-Benedict의 공식값보다 적었다. Lorenzo 등의 연구(28)에서도 Cunningham의 공식으로 계산한 기초대사량이 측정값보다 낮았고( $4 \pm 136$  kcal/day), 기초대사량 측정값과의 차이가 Harris-Benedict 공식보다 적었다.

실측 휴식대사량과 공식을 통해 계산한 예측 기초대사량의 연관성 분석을 위해 Pearson's correlation coefficients로 각각의 상관관계를 분석하였다(Table 3). Cunningham 공식으로 구한 기초대사량과 실측 휴식대사량의 연관성이 가장 높게 나타났고(0.74,  $p=0.0002$ ), 그 다음으로는 WHO/FAO/UNU 공식으로 구한 값이 높게 나왔으며(0.68,  $p=0.0011$ ), Harris-Benedict 공식으로 계산한 기초대사량이 가장 낮은 상관관계(0.66,  $p=0.0015$ )를 나타냈다.

기초대사량 관련 요인들의 상관관계 분석

기초대사량과 관련이 있는 여러 가지 요인들로는 앞에서 언급했듯이 나이, 신장, 체중, 체질량지수, 체지방량, 체지방율, 체지방량과 체표면적 등이 있다. 그런데, 본 실험의 연구 대상자들은 여대생들로 나이의 범위가 20~24세의 좁은 분포를 보이기 때문에, 관련 요인들 가운데 나이는 제외하고, 나머지 신장, 체중, 체질량지수, 체지방량, 체지방율, 체지방량, 체표면적과 측정된 기초대사량의 상관관계를 Pearson's correlation coefficients( $p < 0.05$ )로 분석하여 그 상관계수들은 Table 4에 나타내었다.

실측 휴식대사량과의 상관관계를 분석한 요인들 가운데 체지방량이 가장 높은 0.74( $p=0.0002$ )였고, 그 다음으로는 체표면적(0.69,  $p=0.0007$ )과 체중(0.60,  $p=0.005$ )의 순서로 나타

Table 3. Pearson's correlation coefficients of three predicted resting metabolic rates with measured resting metabolic rate (n=120)

Resting metabolic rate	Coefficient	p value
Harris-Benedict formula	0.6609	0.0015
WHO/FAO/UNU formula	0.6759	0.0011
Cunningham formula	0.7426	0.0002

Table 4. Pearson's correlation coefficients between measured resting metabolic rate and other variables (n=120)

Variables	Coefficient	p value
FFM (kg) <sup>1)</sup>	0.743	0.0002
BSA (m <sup>2</sup> ) <sup>2)</sup>	0.692	0.0007
Weight (kg)	0.599	0.005
Height (cm)	0.466	0.038
Fat (kg)	0.234	0.321
BMI (kg/m <sup>2</sup> ) <sup>3)</sup>	0.128	0.591
Fat percentage (%)	0.017	0.943

<sup>1)</sup>FFM: Fat-free mass

FFM (kg)=weight (kg)-fat (kg)

<sup>2)</sup>BSA: Body surface area

BSA (m<sup>2</sup>)=0.007184×{weight (kg)<sup>0.425</sup>}×{height (cm)<sup>0.725</sup>}

<sup>3)</sup>BMI: Body mass index

BMI (kg/m<sup>2</sup>)=weight (kg)/{height (m)}<sup>2</sup>

났다. Owen 등의 연구(14)에서 체지방은 0.77, 체표면적은 0.75, 체중은 0.74의 상관계수를 나타냈으며, Mifflin의 연구(16)에서는 체지방은 0.81, 체중은 0.71의 상관계수를 나타내어 본 연구에서의 상관계수보다 약간 높지만 비슷하게 나타났다.

체지방량, 체표면적과 체중의 요인의 상관관계를 보게 되면, 신장의 상관계수 0.46은 Mifflin 등의 연구(16)에서의 0.4와 비슷하였고, Owen 등의 연구(14)에서의 0.41보다 높았으나 비슷하였다. 체질량지수의 상관계수는 0.13으로 Mifflin 등의 연구(16)에서의 0.58보다 많이 낮았고, Owen 등의 연구(14)에서의 0.66보다도 역시 많이 낮게 조사되었다.

기초대사량 측정값과 가장 높은 연관성을 보인 체지방량은 측정된 기초대사량에 대하여 일정한 경향으로 좁은 분포를 보였으며, 체표면적과 체중은 체지방량에 비해 넓은 분포를 보였고, 그 외에 신장, 체질량지수, 체지방량, 체지방율과 같은 나머지 요인들은 체지방량이나 체중, 체표면적보다 더 광범위한 분포를 나타냈다.

체지방을 영향 요인으로 측정된 기초대사량에 대한 회귀 분석

위에서 기초대사량과 관련하여 분석한 요인들을 step-wise 회귀모형으로 분석한 결과 체지방량만이 선택되었고, 이를 토대로 회귀분석한 결과  $RMR = -569.86 + 48.27(FFM)$ ,  $R^2 = 0.5514$ 로 나타났다.

체지방을 변수로 하는 기초대사량에 관한 다른 공식들을 살펴보면, Owen 등의 공식( $RMR = 186 + 23.6(FFM)/R^2 = 0.71$ )(14), Nelson 등의 공식( $REE = 302 + 22.3(FFM)/R^2 = 0.727$ )(36), Ravussin-Bogardus의 공식( $REE = 392 + 21.8(FFM)/R^2 = 0.82$ )(2), Kashiwazaki 등의 공식( $REE = 304 + 24.5(FFM)/R^2 = 0.61$ )(37), Mifflin 등의 공식( $REE = 413 + 19.7(FFM)/R^2 = 0.64$ )(16)이 있다. Cunningham은 체지방과 관련이 있는 8개의 공식들을 조정하여 새로운 공식( $REE = 370 + 21.6(FFM)$ )을 발표하였다(17).

많은 학자들에 의해 만들어진 체지방에 관련된 기초대사량 회귀 공식들이 현저하게 유사하여, 체지방과 기초대사량에 관한 회귀 공식들을 대체로 기울기와 y절편 모두 양의 값을 가지는 특징을 나타냈는데, 본 실험의 회귀 공식은 위의 다른 공식들과 비교하여 양의 기울기는 비슷했으나, y절편은 음(-)의 값으로 다르게 나타났는데, 이에 대한 설명은 보다 더 심도 있는 연구가 필요하다 판단된다.

요 약

본 연구에서는 실측 휴식대사량과 신장, 체중, 성별, 나이, 체지방 등을 적용한 예측 기초대사량 공식 3가지를 비교하여 어느 예측 공식이 우리나라의 젊은 여성들에게 적합한지를 알아보았고, 실측 휴식대사량과 신장, 체중, 체표면적, 체질량지수, 체지방량, 체지방량 및 체지방율과의 상관관계를

분석하고, 예측 공식을 유도하였다. 20~24세의 건강한 여대생 120명을 연구 대상으로 12시간 금식한 후 30분간 산소 섭취량과 이산화탄소 생성량을 측정하여 실측 휴식대사량을 구하였고, 체성분분석은 생체전기저항법(Bioelectrical impedance analysis)으로 측정하였으며, 예측 기초대사량은 Harris-Benedict 공식, WHO/FAO/UNU 공식과 Cunningham 공식을 이용하였다. 실험 결과 실측 휴식대사량은  $1257.3 \pm 147.9$  kcal/day이었으며, 성별에 따라 신장, 체중과 나이를 적용한 Harris-Benedict 공식으로 구한 예측 기초대사량은 실측 휴식대사량보다  $116.04 \pm 122.8$  kcal/day 높게 나타났으며, WHO/FAO/UNU 공식은  $32.7 \pm 115.6$  kcal/day 높게, Cunningham 공식은  $69.7 \pm 116.2$  kcal/day 낮게 나타났으며, 상관분석을 통하여 제지방량을 적용하여 기초대사량을 계산하는 Cunningham 공식이 실측 휴식대사량과 가장 밀접한 관계를 보였다. 실측 휴식대사량에 영향을 주는 요인들로 제지방, 체표면적과 체중이 순서대로 상관관계가 높게 나타났고, 그 외 신장, 체질량지수, 체지방량과 체지방율은 기초대사량과의 연관성이 낮은 것으로 조사되었다. 기초대사량과 관련하여 분석한 요인들 가운데 상관성이 가장 높은 제지방량(FFM)을 독립변수로 하고 측정된 기초대사량을 종속변수로 하여 회귀 분석한 결과  $RMR = -569.86 + 48.27(FFM)$ ,  $R^2 = 0.5514$ 로 나타났다.

## 문 헌

- Blackburn GL, Kanders BS. 1994. *Obesity pathophysiology psychology and treatment*. Chapman & Hall, New York. p 39-79.
- Ravussin E, Bogardus C. 1989. Relationship of genetics, age, and physical fitness to daily energy expenditure and fuel utilization. *Am J Clin Nutr* 49: 968-975.
- Kiortsis DN, Durak I, Turpin G. 1999. Effects of a low-calorie diet on resting metabolic rate and serum tri-iodothyronine levels in obese children. *Eur J Pediatr* 158: 446-450.
- Astrup A, Buemann B, Toubro S, Ranneries C, Raben A. 1996. Low resting metabolic rate in subjects predisposed to obesity: a role for thyroid status. *Am J Clin Nutr* 63: 879-883.
- Berke EM, Gardner AW, Goran MI, Poehlman ET. 1992. Resting metabolic rate and influence of the pretesting environment. *Am J Clin Nutr* 55: 626-629.
- Donnelly JE, Pronk NP, Jacobsen DJ, Pronk SJ, Jakicic JM. 1991. Effects of a very-low-calorie diet and physical-training regimens on body composition and resting metabolic rate in obese females. *Am J Clin Nutr* 54: 56-61.
- Harris JA, Benedict FG. 1919. A biometric study of basal metabolism in men. Carnegie Inst. Washington, Publ. No. 279.
- Schofield WN. 1985. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 39: 5-41.
- World Health Organization. 1985. Energy and protein requirement: report of joint FAO/WHO/UNU expert consultation (Technical Report Series no. 724). Geneva.
- Pavlou KN, Hoefler MA, Blackburn GL. 1986. Resting energy expenditure in moderate obesity: Predicting velocity of weight loss. *Ann Surg* 203: 136-141.
- DuBios D, DuBios EF. 1916. A formula to estimate the approximate surface area if height and weight be known. *Arch Int Med* 17: 863-871.
- Boothby WN, Berkson J, Dunn HL. 1936. Studies of the energy of metabolism of normal individuals: A standard for basal metabolism, with a nomogram for clinical application. *Am J Physiol* 116: 468-484.
- Owen OE. 1988. Resting metabolic requirements of men and women. *Mayo Clin Proc* 63: 503-510.
- Owen OE, Kavle E, Owen RS, Polansky M, Caprio S, Mzzoli MA, Kendrick ZV, Bushman MC, Boden G. 1986. A reappraisal of caloric requirements in healthy women. *Am J Clin Nutr* 44: 1-19.
- Dore C, Hesp R, Wilkins D, Garrow JS. 1982. Prediction of energy requirements of obese patients after massive weight loss. *Hum Nutr Clin Nutr* 36: 41-48.
- Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO. 1990. A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr* 51: 241-247.
- Cunningham JJ. 1991. Body composition as a determinant of energy expenditure: a synthetic review and a proposed general prediction equation. *Am J Clin Nutr* 54: 963-969.
- Heymsfield SB, Gallagher D, Wang Z. 2000. Body composition modeling. Application to exploration of the resting energy expenditure fat-free mass relationship. *Ann NY Acad Sci* 904: 290-297.
- Kim DJ. 1971. Studies of basal metabolism and energy expenditure of Koreans in daily life. *Kor J Nutr* 4: 49-62.
- Kim SH. 1998. Resting metabolic rate and body fat change following weight loss by continuous aerobic exercise. *J Kor Soc Aero Exerc* 2: 41-47.
- Paik IY, Park CI, Kim JK, Kwak YS. 1997. Effects of exercise on resting metabolic rate and hormonal changes in paraplegics. *Kor J Phy Edu* 36: 1230-1239.
- Shin YA, Yim MJ. 1996. The influence of bicycle ergometer training on basal metabolic rate and aerobic work capacity. *Kor Soc Sports Med* 14: 184-192.
- Baik IY. 1994. Rectal temperature and resting metabolic rate changes following dehydration and subsequent rehydration in college wrestlers. *Kor Soc Man-thermal Envir Sys* 1: 191-200.
- Hwang SK, Choi JW, Seung WK. 1999. The effect of seasonal clothing weight on resting metabolic rate. *J Kor Soc Clothing Textiles* 23: 483-494.
- Ministry of Health & Welfare. 2001. National health and nutrition survey; chronic diseases.
- Dalderup LM, Opdam-Stockman VA, Rechsteiner-de Vos H. 1966. Basal metabolic rate, anthropometric, electrocardiographic, and dietary data relating to elderly persons. *J Gerontol* 21: 22-26.
- Daly JM, Heymsfield SB, Head CA, Harvey LP, Nixon DW, Katzef H, Grossman GD. 1995. Human energy requirements: overestimation by widely used prediction equation. *Am J Clin Nutr* 42: 1170-1174.
- De Lorenzo A, Bertini II, Puijia A, Testolin G, Testolin C. 1999. Comparison between measured and predicted resting metabolic rate in moderately active adolescents. *Acta Diabetol* 36: 141-145.
- Valencia ME, Moya SY, McNeill G, Haggarty P. 1994. Basal metabolic rate and body fatness of adult men in northern Mexico. *Eur J Clin Nutr* 48: 205-211.
- Molnár D, Jeges S, Erhardt E, Schutz Y. 1995. Measured and predicted resting metabolic rate in obese and nonobese

- adolescents. *J Pediatr* 127: 571-577.
31. Hayter JE, Henry CJ. 1993. Basal metabolic rate in human subjects migrating between tropical and temperate regions: a longitudinal study and review of previous work. *Eur J Clin Nutr* 47: 724-734.
  32. Clark HD, Hoffer LJ. 1991. Reappraisal of the resting metabolic rate of normal young men. *Am J Clin Nutr* 53: 21-25.
  33. Henry CJ, Rees DG. 1991. New predictive equations for the estimation of basal metabolic rate in tropical peoples. *Eur J Clin Nutr* 45: 177-185.
  34. Leonard T, Foulon C, Samuel-Lajeunesse B, Melchior JC, Rigaud D, Apfelbaum M. 1996. High resting energy expenditure in normal-weight bulimics and its normalization with control of eating behaviour. *Appetite* 27: 223-233.
  35. Bandini LG, Morelli JA, Must A, Dietz WH. 1995. Accuracy of standardized equations for predicting metabolic rate in premenarcheal girls. *Am J Clin Nutr* 62: 711-714.
  36. Nelson KM, Weinsier RL, Long CL, Schutz Y. 1992. Prediction of resting energy expenditure from fat-free mass and fat mass. *Am J Clin Nutr* 56: 848-856.
  37. Kashiwazaki H, Suzuki T, Inaoka T. 1988. Postprandial resting metabolic rate and body composition in the moderately obese and normal-weight adult subjects at sitting posture. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 34: 399-411.

(2004년 12월 20일 접수; 2005년 1월 31일 채택)