

여대생 집단의 에너지 소비량에 관한 연구

김석영[†] · 차복경*

경상대학교 식품영양학과

*효성여자대학교 식품영양학과

A Study on Daily Energy Expenditure of Co-eds in a University

Seok-Young Kim[†] and Bok-Gyeong Cha*

Dept. of Food and Nutrition, Gyeongsang National University, Chinju 660-701, Korea

*Dept. of Food and Nutrition, Hyosung Women's University, Hayang 713-702, Korea

Abstract

Daily energy expenditures (DEE) of 82 co-eds in a University were estimated simultaneously by use of calorie counter and 15-min check list diary for 3 days, including a weekend day. The results are summarized as follows. The mean values of DEE from 15-min check list diary and calorie counter were 1967kcal and 1649kcal, respectively. DEE obtained with 15-min check list diary seems to be consistent with the results made by others concerning DEE of college female in Korea, but DEE by calorie counter was lower than that. However, DEE by calorie counter show high correlations with anthropometric indices of subjects and DEE by 15-min check list diary. Therefore, DEE by 15-min check list diary was taken as standard and regression equation for predicting DEE of subjects were developed : DEE by 15-min check list diary = 3.31186 + 1.18837 × DEE by calorie counter. This technique for measuring DEE permits us to have more accurate estimate of DEE and acceptable to the subjects. When the subjects classified as underweight, normal, overweight according to relative body weight(RBW), DEE and DEE per kg of body weight were significantly different from each other between three groups based on RBW. The frequency of 15-minute periods with a categorical value of 1 was significantly higher in overweight than underweight and normal groups and the frequency of a categorical value 3 was significantly lower in overweight than underweight group. From the results shown above, physical activity level of overweight group was lower than that of normal and underweight groups.

Key words : daily energy expenditure, co-eds

서 론

매일의 에너지 필요량을 알기 위해서나, 비만 당뇨병 등의 예방과 치료를 위해서는 소비에너지의 측정이 매우 중요하다. Direct calorimetry¹⁾와 indirect calorimetry technique²⁻⁴⁾에 의해 소비 에너지를 정확하게 측정할 수 있지만 자연스러운 환경에 있는 많은 조사 대상자들을 측정해야하는 역학적인 연구에서는 적당하지 않다. 한편으로 주행기록계⁵⁾, 심박동측정기⁶⁾ 등을 이용하거나, 산소소모량과 체온을 측정하여 소비에너지를 구하는

방법⁷⁾과 에너지 평형실험법⁸⁻⁹⁾, doubly labeled water method^{10,11)}들이 이용되고 있으나 사용할 수 있는 기계의 수적인 제한, 측정상의 어려움으로 인해 많은 대상자를 측정할 수 없고 기계에 따라서는 대상자들의 평상시 활동에 제약을 가할 뿐 아니라, 보행 등 어느 한 종류의 활동만을 측정할 수 있다는 문제점이 있다. 국내의 많은 연구자들¹²⁻¹⁵⁾은 기록법과 회상법을 이용하여 조사 대상자들의 활동을 하루 일과에 따라 기록하게 하거나 회상시켜서 활동강도에 따라 4~5종류의 활동으로 나눈 뒤 활동 종류별 시간에 활동별 작업대사량을 곱하여 소비에너지를 구하는 방법을 사용하고 있다. 이 방법은 비교적 손쉽게 많은 사람들의 소비에너지를 조사할 수 있으나

[†]To whom all correspondence should be addressed

정확하지 않다. Bouchard 등¹⁶⁾은 15-min check list를 이용하여 소비에너지를 측정하였는데 이 방법은 종래의 기록법과 회상법의 결함을 보완할 수 있는 좋은 방법으로 생각되나 비교적 까다로운 편이라 조사대상자들의 협조를 구하기가 어려울 것 같다. 최근에는 허리 띠에 부착시켜 흔들리는 정도에 따라 소비에너지를 간편하게 측정할 수 있는 전자식 calorie counter가 일반인들의 소비에너지를 측정하기 위해 시판되고 있으나 그 정확성이나 타당성은 아직 보고된 바가 없었다. 따라서 본 연구는 두가지 방법으로 측정된 자료로부터 다수인들을 대상으로 하는 연구에서 보다 간편하면서도 정확하게 소비 에너지를 측정하는 방법을 모색하고자 시도하였다. 또 우리나라 여대생의 일일 소비에너지와 비만도에 따른 소비에너지와 활동강도의 차이에 대한 연구가 드문편이므로 기초자료로 제공하고자 한다.

연구 방법

조사대상 및 기간

경상대학교 식품영양학과에 재학중인 여대생 82명을 대상으로 1990년 5월 1일부터 6월 30일에 걸쳐 실시하였다.

소비에너지를 측정방법

15-min check list법

하루 24시간을 15분 단위로 된 96구간으로 나누어서 조사대상자들이 자신의 활동을 활동강도에 따라 1~9등급으로 기록하게 하였고 이를 활동등급별로 집계하여, 여기에 각 활동등급별 열량가를 곱하여 일일

의 소비에너지를 구하였는데 주중에 2일 주말에 1일, 도합 3일간 실시하였다. 활동등급별 열량가는 Bouchard 등¹⁶⁾이 사용한 값을 이용하였다 (Table 1).

Calorie counter법

성별, 나이, 신장, 체중을 calorie counter (Kentz, Suzuken사 제품)에 입력한 다음, 수면 시간을 제외한 나머지 시간동안 허리띠에 차고 있게하여 24시간만에 기계에 나타난 숫자를 읽어 소비에너지를 구하였다. 15-min check list를 시행한 날과 동일한 날에 3일간씩 실시하였다.

신체계측

1990년 5월 10일에 아침공복시 면가운만 걸치고 체중을 측정한 뒤 가운의 무게를 제하여 체중을 구하였고 신장을 측정하였으며, 이를 이용하여 body mass index [BMI=체중(kg)/신장(m)²]를 구하였다¹⁷⁾. 또 표준 체중은 Broca변법을 이용하여 구하였고 이를 이용하여 상대적 체중(relative body weight : RBW=실체체중/표준체중×100)을 구하였다¹⁸⁾.

통계분석

Pearson correlation으로 변인들간의 상관관계를 조사하였고, BMI와 RBW에 따른 소비에너지량은 $\alpha=0.05$ 수준에서 ANOVA와 Duncan's multiple range test에 의하여 유의성을 검정하였다. Multiple regression (stepwise analysis)에 의해 15-min check list로 측정된 소비 에너지를 회귀방정식을 구하였다. 모든 통계는 SPSS computer package (SPSS/PC⁺)¹⁹⁾로 처리하였다.

결과 및 고찰

조사대상자들의 일반사항

대상자들의 평균 신체계측치 및 체중당 소비에너지는 Table 2에 나타난 바와 같다. 조사 대상자들의 나이는 21.3세였고 신장은 158.8cm, 체중은 50.7kg이었는데 21세 여성의 전국 평균치²⁰⁾와 비교했을 때 신장과 체중이 조금 적은 편이었으나, RBW가 95.4였으며 BMI가 20.1로 전체적으로는 정상범위의 비만도를 지니고 있었다.

일일 소비에너지 및 소비에너지 측정법의 비교

두가지 방법으로 측정된 여대생의 일일 평균 소비에너지를 Table 3에서 보는바와 같다. Calorie counter에

Table 1. Table of activities, energy costs and corresponding categorical value¹⁾

Categorical value	Examples of activities	Energy costs (kcal/kg/15min)
1	Sleeping, resting in bed	0.26
2	Sitting, eating, listening, writing, etc	0.38
3	Light activity, standing	0.57
4	Slow walk (<4km/h)	0.69
5	Light manual work	0.84
6	Leisure activities and sports in a recreational environment	0.12
7	Manual work at moderate pace	0.14
8	Leisure and sport activities of higher intensity	1.50
9	Intense manual work, high intensity sport activities or sport competition	2.00

¹⁾ Data of Bouchard et al.¹⁶⁾

의한 소비에너지는 1649kcal였고, 15-min check list에 의한 소비에너지는 1963kcal로 calorie counter로 측정

Table 2. Characteristics of subjects (n=82)

Variables	Mean±SD
Age	21.3± 1.4 (years)
Height	158.8± 5.1 (cm)
Weight	50.7± 6.3 (kg)
RBW ¹⁾	95.4±10.3
BMI ²⁾	20.1± 2.1
DEE/BW ³⁾	38.8± 2.0 (kcal/kg)

¹⁾Relative body weight

²⁾Body mass index

³⁾Daily energy expenditure/body weight

Table 3. Daily energy expenditure of subjects (n=82)

Methods	Daily energy expenditure (kcal)
Calorie counter	1649±194 ¹⁾
15-min check list	1963±267

¹⁾ Mean±SD

Table 4. Correlation of daily energy expenditure with anthropometric and physical indices

Variables	Daily energy expenditure	
	Calorie counter	15-min check list
Height	0.46**	0.36**
Weight	0.77**	0.85**
BMI ¹⁾	0.60**	0.75**
RBW ²⁾	0.54**	0.70**
DEE/BW ³⁾	0.14*	0.24**

*p<0.05 **p<0.001

¹⁾Body mass index

²⁾Relative body weight

³⁾Daily energy expenditure/body weight

Table 5. Correlation coefficients between daily energy expenditure according to different methods

Method	15-min check list
Calorie counter	0.86*

*p<0.001

Table 6. Multiple regression analysis for the estimation of daily energy expenditure by 15-min check list from daily energy expenditure by calorie counter¹⁾

Independent variable	B	Beta	Constant	R ²
Daily energy expenditure by calorie counter	1.18837	0.86482	3.31186	0.74791

¹⁾Stepwise analysis
p<0.0001

한 소비에너지가 15-min check list에 의한 측정치보다 약 300kcal정도 낮게 나왔다. 국내에서 여대생을 대상으로 일일 소비에너지를 측정한 다른 연구들을 살펴보면 김²¹⁾은 여대생의 일일 소비 에너지가 2133kcal라고 하였고, 이와 문²²⁾이 조사한 여대생의 에너지 소비량은 1892kcal였다. 또 오 등⁹⁾이 에너지 평형실험법으로 측정한 여대생의 소비에너지는 1984kcal라고 하였는데 이상의 연구들과 비교해 볼 때 본 연구에서 사용한 두 가지 측정방법중 15-min check list에 의한 소비에너지 값이 보다 이들 측정치에 가까웠으며 calorie counter로 측정한 소비에너지 값은 실제보다 낮게 측정되는 것으로 볼 수 있었다. 두가지 방법에 의한 소비 에너지와 활동강도 및 신체계측치의 상관도를 본 결과는 Table 4에서와 같은데 두 방법이 모두 신장, 체중, BMI, RBW, 활동강도와 유의한 상관관계를 보였다. 특히 체중과 BMI, RBW와 매우 높은 상관도를 보였는데 Astrup 등²³⁾과 Webb²⁴⁾도 체중 및 lean body mass와 소비에너지 사이에 매우 높은 상관관계가 있음을 보고한 바가 있다. 또 Table 5에서 보는바와 같이 calorie counter에 의한 소비에너지와 15-min check list에 의한 소비에너지사이의 상관도는 0.86으로 매우 높은 상관도를 보였다. Calorie counter를 이용할 경우 소비에너지가 낮게 측정되기는 하지만 신체계측치 및 15-min check list에 의한 소비에너지와 매우 높은 상관성을 보이고 측정하기가 보다 수월하다는 장점을 가지고 있으므로 calorie counter로 측정된 소비에너지를 15-min check list에 의한 값으로 환산해 주면 많은 사람을 대상으로 한 연구에서 소비에너지를 보다 간편하고 정확하게 측정할 수 있을 것으로 생각된다. Calorie counter로 측정한 소비에너지를 15-min check list에 의한 소비에너지 값으로 환산하기 위해 multiple regression analysis를 한 결과는 Table 6에서와 같다. R²이 0.74791로 calorie counter법이 15-min check list에 의한 소비에너지의 74.8%가량을 설명할 수 있었다. B가 1.18837, 상수가 3.31186이었으므로 Daily energy expenditure (DEE) by 15-min check list=3.31186+1.18837×Daily energy expenditure (DEE) by calorie counter 의 식에 의해 calorie counter에 의한 소비에너지를 15-min check list에 의한 값으로 환산할 수 있다.

비만도에 따른 소비에너지와 활동강도의 차이

본 조사대상자들이 여대생이었기 때문에 BMI 25이상인 단 한명으로 비만율이 매우 낮았다. 따라서 비만도에 따른 소비에너지는 상대적 비만도에 따라 나누어

보았는데, Table 7에서 보는 바와 같이 90미만인 저체중군과 90~110인 정상체중군, 110이상인 과체중군으로 나누었을 때의 소비에너지는 저체중군이 1,755 kcal, 정상체중군이 2,005kcal, 과체중군이 2,393kcal로 세군에서 유의하게 달랐다. 또 소비에너지를 체중으로 나누어 준 활동강도도 저체중군이 38.9kcal/kg, 정상군이 38.8kcal/kg, 과체중군이 37.8kcal/kg로 세군간에 유의하게 달랐다. 우리나라 주부들의 활동강도는 비만이 아닌 경우 37.1kcal/kg였으며, 비만인 경우 33.4kcal/kg였는데²⁵⁾ 이와 비교해 보면 여대생들이 주부들 보다 활동강도가 약간 높은 것으로 나타났다. 한국인의 활동강도별 소비에너지가 여자의 경우 보통 또는 가벼운 활동이 35kcal/kg이었고, 중등활동은 40kcal/kg이었으므로²⁶⁾ 이와 비교해 보면 본 조사 대상자들은 중등활동에 가까운 에너지를 소모하고 있는 것으로 나타났다. 15분 단위의 96구간에 자신의 활동을 1~9등급으로 나누어 기록하게 한 것을 활동등급별로 집계한 뒤, 상대적 비만도에 따라 나눈 세군사이에 차이가 있는가를 보았는데 본 조사대상인 여대생들은 활동등급 6이상의 활동을 하는 횟수가 매우 드물었고,

Table 7. Energy expenditure and energy expenditure per kg of body weight of groups based on RBW¹⁾

RBW	DEE ²⁾ (kcal)	DEE/BW ³⁾ (kcal/kg)
<90 (n=23)	1,755±158 ^{1a)}	38.9±2.0 ^{a)}
90~110 (n=53)	2,005±215 ^{b)}	38.8±2.0 ^{b)}
110< (n=6)	2,393±330 ^{c)}	37.8±2.2 ^{c)}

¹⁾ Values are means±SD

Values with different superscripts were significantly different from each other (p<0.05)

²⁾ Daily energy expenditure by 15-min check list

³⁾ Daily energy expenditure per kg of body weight

Table 8. The frequency of 15-minute periods with a categorical value of 5 and below

REW ¹⁾ \ CVEE ²⁾	1	2	3	4	5
<90 (n=23)	33.5 ^{1a)} (±7.4)	39.3 (±8.3)	11.2 ^{a)} (±7.1)	8.9 (±4.5)	2.9 (±2.7)
90~110 (n=53)	33.1 ^{a)} (±7.0)	39.8 (±9.2)	10.6 (±6.2)	9.4 (±5.0)	2.9 (±3.1)
110< (n=6)	37.9 ^{b)} (±10.8)	37.1 (±9.8)	7.8 ^{b)} (±4.1)	10.9 (±5.3)	1.9 (±1.8)

¹⁾ Values are means±SD

Values with different superscripts within a column were significantly different from each other (p<0.05)

²⁾ Categorical value of energy expenditure

또 세군사이에 유의한 차이를 보이지 않았으므로 활동등급 1~5까지의 빈도수만을 Table 8에 제시하였다. 활동등급 1에 나타난 빈도수는 잠자거나 누워있는 활동의 횟수로 저체중군과 정상체중군에 비해 과체중군이 유의하게 높았다. 활동등급 2는 주로 앉아서 하는 활동인데 그 빈도수는 세군사이에 유의한 차이를 보이지 않았다. 활동등급 3은 서서하는 가벼운 활동으로 과체중군이 저체중군에 비해 유의하게 그 빈도수가 낮은 것으로 나타났다. 그의 활동등급 4, 5의 빈도수는 세군사이에 유의한 차이를 보이지 못하였다. 본 조사대상자가 여대생으로 비만의 비율이 매우 낮고, 또 비슷한 생활패턴을 가지고 있음에도 불구하고 과체중군은 저체중군이나, 정상체중군에 비해 활동강도가 낮았고, 보다 활동등급이 낮은 활동의 빈도수가 많았다. 비만 여아들이 비교군보다 활동을 적게하고²⁷⁻²⁹⁾ 비만과 비비만사이의 신체활동의 차이는 남자보다 여자가 더 커서 비 활동성이 여자의 비만발생과 유지에 중요한 역할을 한다고³⁰⁾ 한다. 한편 Waxman 과 Stunkard³¹⁾은 비만남아도 좌식활동에 더 많은 시간을 보내고, 비만 남아가 비교군 보다 활동적인 운동에 대한 열성도가 낮았다고³²⁾ 하였다. 또 강과 백¹³⁾도 국민학생을 대상으로 한 조사에서 비만남아가 대조군에 비해 가벼운 활동에 보내는 시간은 많았으나 중등활동과 심한활동시간은 적었다고 하여 성별과 나이를 불문하고 비만인 사람이 정상인에 비해 덜 활동적이라고 볼 수 있었다.

요 약

본 연구는 자연스런 환경에 있는 다수인의 소비에너지를 측정하고자 할 때 보다 간편하면서도 정확하게 소비에너지를 측정할 수 있는 방법을 모색하고, 또 우리나라 여대생의 일일 소비에너지와 비만도에 따른 소비에너지 및 활동강도의 차이를 알아보고자 실시하였다. 여대생 82명을 대상으로 15-min check list와 calorie counter에 의한 두가지 방법으로 3일간의 소비에너지를 측정하여 두 방법에 의해 측정된 소비에너지의 관계를 검토하였는데 그 결과는 다음과 같다. 1) 일일의 소비에너지는 15-min check list에 의한 경우가 1963 kcal였고, calorie counter에 의한 경우가 1649kcal로 국내에서 보고된 타 연구결과와 비교해 볼 때 15-min check list에 의한 측정치는 비슷하였으나, calorie counter로 측정할 때에는 실제보다 낮게 측정되는 것으로 볼 수 있었다. 그러나 두 방법이 모두 신체 계측치와 상관성이 높았고, 또 두 방법사이에 상관도도 매

우 높았으므로 calorie counter로 측정할 값을 'DEE by 15-min check list=3.31186+1.18837×DEE by calorie counter' 의 식에 의해 15-min check list값으로 환산해 주면 다수인을 대상으로 측정할 때 보다 간편하면서도 정확하게 소비에너지를 측정해 줄 수 있을 것으로 생각된다. 2) 상대적 비만도에 따라 세군으로 나누었을 때 소비에너지와 활동강도가 세군에서 유의하게 달랐다. 또 자신의 활동을 15분 단위로 기록하게 한 뒤 활동등급별로 집계한 결과 활동등급 1의 빈도수가 저체중군이나 정상체중군에 비해 과체중군에서 유의하게 높았고 반면 활동등급 3의 경우에는 과체중군이 저체중군에 비해 유의하게 빈도수가 낮아서 과체중군이 덜 활동적이라고 볼 수 있었다.

문 헌

1. Webb, P. : Energy expenditure and fat-free mass in men and women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1816(1981)
2. Jéquier, E. and Schutz, Y. : Long-term measurements of energy expenditure in humans using a respiration chamber. *Am. J. Clin. Nutr.*, **38**, 989(1983)
3. Ravussin, E., Burnand, B., Schutz, Y. and Jéquier, E. : Twenty-four-hour energy expenditure and resting metabolic rate in obese, moderately obese, and control subjects. *Am. J. Clin. Nutr.*, **35**, 566(1982)
4. Rumpler, W. V., Seale, J. L., Conway, J. M. and Moe, P. W. : Repeatability of 24-h energy expenditure measurements in humans by indirect calorimetry. *Am. J. Clin. Nutr.*, **51**, 147(1990)
5. Dreon, D. M. and Butterfield, G. E. : Vitamin B₆ utilization in active and inactive young men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **43**, 816(1986)
6. Christensen, C. C., Frey, H. M. M., Foenstelién, E., Aadland, E. and Refsum, H. E. : A critical evaluation of energy expenditure estimates based on individual O₂ consumption/heart rate curves and average daily heart rate. *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**, 468(1983)
7. 이광순 : H. R. 계측에 의한 주부의 하루중 energy 소비량에 관한 연구. 스포츠 과학연구논문집 (동아대학교). **1**, 165(1983)
8. 오승호, 이선영 : 한국 청소년의 에너지 소비량에 관한 연구. *한국영양학회지*, **21**, 1(1988)
9. 오승호, 황우익, 이영희 : 한국인의 에너지 소비량에 관한 연구. *한국영양학회지*, **22**, 423(1989)
10. Tuschl, R. J., Platte, P., Laessle, R. G., Stichler, W. and Pirke, K-M. : Energy expenditure and everyday eating behavior in healthy young women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**, 81(1990)
11. Seale, J. L., Rumpler, W. V., Conway, J. M. and Miles, C. W. : Comparison of doubly labeled water, intake-balance, and direct and indirect-calorimetry methods for measuring energy expenditure in adult men. *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**, 66(1990)

12. 윤근애 : 농촌 주부의 활동량과식이섭취량에 관한 조사연구. 이화여자대학교 석사학위논문 (1982)
13. 강영림, 백희영 : 서울시내 사립국민학교 아동의 비만요인에 관한 분석. *한국영양학회지*, **21**, 283(1988)
14. 김혜경, 윤진숙 : 도시에 거주하는 여자노인의 영양상태와 건강상태에 관한 조사연구. *한국영양학회지*, **22**, 175(1989)
15. 박갑선, 최영선 : 대구시내 아파트 거주 주부들의 비만실태와 비만요인에 관한 연구. *한국영양학회지*, **23**, 170(1990)
16. Bouchard, C., Tremblay, A., Leblanc, C., Lortie, G., Savard, R. and Theriault, G. : A method to assess energy expenditure in children and adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, **37**, 461(1983)
17. Garrow, J. S. : *Obesity and related diseases*. 2nd ed., Churchill Livingstone, Edinburgh. p.1(1988)
18. 모수미 : 식이요법. 교문사, 서울, p.248(1987)
19. Norusis, M. J. : *SPSS/PC+ : SPSS for the IBM PC/X T/AT*. Chicago, Illinois, p.177(1986)
20. 보건사회부 : 국민영양조사보고서(1988)
21. 김동준 : 한국인의 기초대사량과 1일 소비량에 관한 연구. *한국영양학회지*, **4**, 49(1971)
22. 이명희, 문수재 : 여대생의 섭식태도 및 생활시간에 관한 조사 연구. *한국영양학회지*, **16**, 97(1983)
23. Astrup, A., Thorbek, G., Lind, J. and Lsaxsson, B. : Prediction of 24-h energy expenditure and its components from physical characteristics and body composition in normal-weight humans. *Am. J. Clin. Nutr.*, **52**, 777(1990)
24. Webb, P. : Energy expenditure and fat-free mass in men and women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **34**, 1816(1981)
25. 김석영, 윤진숙 : 비만도와 혈청 인슐린, 식사행동, 섭취열량과의 관련성. *한국영양학회지*, **26**, 34(1993)
26. 한국인구보건연구원 : 한국인 영양권장량 제5개정판. 교문사(1991)
27. Bullen, B. A., Reed, R. B. and Mayer, J. : Physical activity of obese and non-obese adolescent girls appraised by motion picture sampling. *Am. J. Clin. Nutr.*, **14**, 211(1964)
28. Johnson, M. L., Burke, B. S. and Mayer, J. : Relative importance of inactivity and overeating in the energy balance of obese high school girls. *Am. J. Clin. Nutr.*, **4**, 37(1956)
29. Bradfield, R. B., Paulos, J. and Grossman, L. : Energy expenditure and heart rate of obese high school girls. *Am. J. Clin. Nutr.*, **24**, 1488(1971)
30. Chirico, A. M. and Stunkard, A. J. : Physical activity and human obesity. *New Engl. J. Med.*, **263**, 935(1960)
31. Waxman, M. and Stunkard, A. J. : Caloric intake and expenditure of obese boys. *J. Ped.*, **96**, 187(1980)
32. Stefanik P. A., Heald, F. P. and Mayer, J. : Caloric intake in relation to energy output of obese and nonobese adolescent boys. *Am. J. Clin. Nutr.*, **7**, 55(1959)

(1992년 11월 21일 접수)