

## 한국 아동의 에너지 소비량에 관한 연구

오 승 호

전남대학교 식품영양학과

### A Study on Energy Expenditure in Korean Children

Seung-Ho Oh

Dept. of Food and Nutrition, Chonnam National University, Kwangju 500-757, Korea

#### Abstract

A 4-week energy balance study was conducted to estimate the energy expenditure (EE) of 16 primary school age boys and girls, 8 to 12 year age, by measurement of energy intakes and changes in body energy (BE) content (intake/balance technique), keeping their normal living pattern and eating behavior. Gross energy intake (GE) and fecal energy (FE) loss was measured by bomb calorimetry. Urinary energy (UE) loss was calculated from nitrogen excreted. Fat mass (FM) was determined from body density estimated from skinfold thickness. Mean constitutional ratio of carbohydrate, protein and fat for the total energy intake was  $70.1 \pm 1.8\%$ ,  $12.2 \pm 0.7\%$  and  $17.7 \pm 2.0\%$  for the boys and  $74.0 \pm 1.7\%$ ,  $10.7 \pm 0.3\%$  and  $15.3 \pm 0.5\%$  for the girls, respectively. Fecal energy loss was 5.1% and 4.5% proportion of the gross energy intake for the boys and girls, respectively. Mean daily metabolizable energy estimated by subtract fecal and urinary energy loss was  $1862 \pm 15\text{kcal}$  for the boys and  $1627 \pm 20\text{kcal}$  for the girls. Total body energy change estimated from body composition change over 28 days was increased  $1524 \pm 539\text{kcal}$  for the boys and  $3622 \pm 718\text{kcal}$  for the girls. Mean daily energy expenditure was  $1812 \pm 37\text{kcal}$  ( $62 \pm 2\text{kcal/kg}$  of body weight) for the boys and  $1487 \pm 25\text{kcal}$  ( $52 \pm 2\text{kcal/kg}$  of body weight) for the girls.

**Key words :** energy expenditure, intake/balance technique, body energy, metabolizable energy

#### 서 론

영양권장량 설정은 국민 건강의 증진, 식량 생산과 공급 계획 및 국민의 식생활 개선에 도움이 됨은 물론, 그 기준이 되므로 대단히 중요한 과제라 할수 있다. 한국은 1962년 FAO 한국협회 사업으로 영양권장량을 처음 설정하여 그후 사회생활의 변천, 국민 체위의 변동, 영양에 관한 연구결과에 따라 개정을 거듭하여 1989년 제5개정 한국인 영양권장량이 책정되었다.

그러나 제5개정의 에너지 및 각 영양소 권장량 설정을 위한 참고자료를 보면 일부 국내 학자들의 한국인을 대상으로한 연구 결과를 이용한 바도 있으나 아직도 상당 부분이 외국 문헌을 이용하고 있으며 특히 에너지 권장량 산출은 대부분의 자료가 식품섭취량을 조사한후 식품분석표에 의하여 환산한 에너지 섭취량을 기초로한 것이므로<sup>1)</sup> 우리국민에게 맞는 적절한 에너지

권장량으로서 미흡한 점이 많다고 본다.

이에 저자 등은 22~24세의 남녀 대학생을 대상으로한 에너지 소비량에 관한 연구<sup>2)</sup>에서 1일 체중 kg당 남자는 45kcal, 여자는 40kcal가 각각 소비된다고 보고한 바 있으며, 근래에는 15~17세 남녀 고등학생의 에너지 소비량에 관한 연구<sup>3)</sup>에서 1일 체중 kg당 남자는 46kcal, 여자는 39kcal가 각각 소비된다고 주장하므로서 현재 성별 및 연령별 에너지 권장량에 문제가 있음을 지적한바 있다.

본 연구는 한국인 남녀 아동에 대한 적정 에너지 권장량 설정에 있어 필요한 기본자료를 마련하고자 8~12세의 남녀 국민학생 각각 8명씩을 대상으로 4주간 자유롭고 평상시와 유사한 식생활 환경을 유지시키면서 에너지 평형실험법으로 에너지 소비량을 측정하여 이에 보고하는 바이다.

## 연구방법

### 실험대상

대상자는 외견상 특기할만한 이상이 없는 8~12세의 남녀 국민학생 각각 8명씩을 선정하였으며 각 대상자 별 에너지 평형실험 첫날과 마지막날의 신체상황은 Table 1과 같다.

모든 실험 대험자들은 실험 마지막날 혈액을 채취하여 hemoglobin (Hb) 및 hematocrit (Hct)치와 혈청중 albumin/globulin (A/G) ratio를 측정한 것(Table 2 참조)과 임상증상의 이상 유무를 토대로 실험기간중 각 대상자들의 건강상태를 관찰하였다.

### 실험기간

처음 2주간을 실험환경에 적응하기 위한 예비실험 기간으로 하고 이후 4주간을 본 실험기간으로 하였다.

### 급식

모든 음식물의 분량은 예비실험을 통해서 측정한 각 대상자의 섭취량을 참고로 급식하였으며 추가 섭취나 잔여량은 급여량에서 가감하여 실제 섭취량을 구하였다. 각 대상자들은 평상시와 똑같이 자유스런 생활을 하면서 주어진 식단표에 의하여 만들어진 음식을 한 장소에서 비교적 일정한 시간(아침 7:00, 점심 12:30

및 저녁 6:30)에 영양사 및 연구 보조원들의 관리하에 섭취토록 하였다. 식단은 1주일치를 작성하여 반복 사용하였으며 그 식단 내용은 Table 3과 같다.

### 시료 채취 및 처리

음식물 및 배설물 시료의 채취는 예비실험 기간의 2주중 마지막 1주 및 본 실험 기간 4주에 걸쳐 각 대상자들이 섭취하는 모든 음식물과 그리고 배설물로서 대

Table 2. Laboratory findings of blood in each subject

Subject	Hemoglobin (g/dl)	Hematocrit (%)	A/G (ratio)
Male 1	12.8	35.2	1.65
2	11.7	36.5	1.73
3	12.9	40.1	1.67
4	11.7	36.4	1.70
5	12.5	35.0	1.70
6	13.5	39.5	1.70
7	12.7	35.3	1.70
8	11.7	37.5	1.70
Female 1	13.0	34.1	1.70
2	12.8	38.0	1.71
3	12.8	39.2	1.70
4	12.3	35.3	1.70
5	12.1	36.4	1.71
6	14.0	40.9	1.71
7	14.0	41.7	1.71
Normal range <sup>9)</sup>	11.9~14.9	35.0~37.0	1.50~2.50

Table 1. Physical characteristics of each subject

Subject	Age (yr)	Height (cm)		Weight (kg)		Skinfold thickness*(mm)	
		Initial	Final	Initial	Final	Initial	Final
Male 1	11.3	129.9	129.9	26.6	27.4	25.2	26.2
2	9.8	141.0	141.5	32.0	33.0	30.0	30.4
3	9.8	125.6	125.6	22.6	22.6	19.6	16.4
4	11.3	139.5	140.0	35.7	35.7	44.1	44.1
5	11.3	136.0	136.0	27.9	29.3	17.4	18.0
6	11.3	136.4	137.3	30.7	32.4	26.2	26.0
7	10.5	127.5	127.6	29.9	29.9	20.6	20.5
8	10.8	134.3	135.4	27.1	27.9	23.0	23.4
Female 1	8.8	119.3	120.5	22.4	23.5	26.0	25.0
2	11.8	141.0	141.2	27.8	30.6	24.8	24.2
3	12.6	141.4	141.9	26.3	38.0	42.4	40.0
4	10.4	128.5	129.3	25.8	26.3	24.2	25.8
5	8.1	118.8	119.6	22.7	24.2	34.2	34.8
6	9.8	133.7	134.2	27.0	27.5	24.6	29.2
7	12.4	154.2	156.5	41.5	43.2	39.8	41.0
M±SEM** for male	10.8±0.2	133.8±2.0	134.2±1.9	29.1±1.4	29.8±1.4	25.8±3.0	26.0±3.0
M±SEM for female	10.6±0.6	133.9±4.5	134.7±4.6	29.1±2.7	30.5±2.8	30.9±3.0	31.4±2.7

\*The sum of biceps, triceps, abdomen and subscapular skinfold thickness

\*\*Mean±standard error

Table 3. The kind of diet used

	Breakfast	Lunch	Supper
Monday	*Cooked rice *Soybean paste soup with sireki *Kimchi *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Danmooji *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Cucumber kimchi *Cracker
Tuesday	*Cooked rice *Soybean sprout soup *Kimchi	*Cooked rice *Kack doo ki *Bread *Milk	*Cooked rice *Steamed chicken *Kimchi *Candy
Wednesday	*Cooked rice *Radish soup *Kimchi *Milk	*Cooked rice *Steamed fish cake *Castella *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Steamed fish cake *Spinach, seasoned
Thursday	*Cooked rice *Soybean paste soup with sireki *Kack doo ki *Kimchi	*Cooked rice *Kack doo ki *Glutinous rice cake *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Curry rice *Cracker
Friday	*Cooked rice *Soybean sprout soup *Kimchi *Milk	*Cooked rice *Kimchi *Bread, pockmarked *Milk	*Cooked rice *Stew with pomfret *Kimchi *Moochungkimchi *Soybean paste soup *Candy *Milk
Saturday	*Cooked rice *Soybean paste soup with sireki *Kimchi	*Cooked rice *Kimchi *Steamed egg, seasoned *Jam bread *Milk	*Cooked rice *Fungus, seasoned *Kack doo ki *Radish soup with sireki
Sunday	*Cooked rice *Egg soup *Kack doo ki *Milk	*Cooked rice *Kack doo ki *Soy sprout, seasoned *Margarine	*Cooked rice *Kimchi *Kack doo ki *Cracker

변 및 소변의 전량을 수거하였고 각각의 총량을 측정 한 후 그 일부를 분석용 시료로 사용하였다. 즉 음식물 은 각 대상자들이 섭취하는 양과 동량을 평취하고 대변 은 1일 1회 기상직후 미리 칭량된 용기에 수집하여 음식물 및 대변의 양과 대략 동량의 물과 함께 균질기에서 곱게 균질화시킨 후 그 일부를 밀폐된 용기에 넣어 - 20°C 냉동고에 보관하였다. 소변은 24시간치를 toluene 3~4 방울이 들어 있는 3000ml 용량의 용기에 수집하여 총량을 측정 후 그 일부를 밀폐된 용기에 넣어 - 20°C 냉동고에 보관하였다.

체성분 변화

본 실험 첫날과 4주째의 마지막날 Caliper를 이용하여 측정 한 상완 전면부(biceps), 상완 후면부(triceps), 견갑골 하부(subscapular) 및 복부(abdomen) 등 4부위 피부두께를 측정하였고 이들 피부두께의 합(Σ)으로부터 각 대상자들의 체밀도<sup>6)</sup> (body density : Db)를 구하고 FM=body weight×4.95/Db-4.5의 식<sup>7)</sup>에 의하여 지방조직량 (fat mass : FM)을 구하였으며 LBM=body weight-FM의 식에 의하였다.

Table 4. Daily energy intake and diet composition during a 4-week study

Subject	Energy intake (kcal/day)		% Energy from			
	Table*	Measured**	CHO***	Protein	Fat	
Male	1	2,214	1,824	71.4	9.4	19.2
	2	2,577	2,089	67.6	9.9	22.3
	3	1,818	1,837	70.5	11.5	18.3
	4	2,533	2,208	69.9	9.9	20.3
	5	2,568	2,280	71.5	9.4	19.1
	6	2,068	1,867	70.4	10.6	19.1
	7	2,055	2,181	69.9	11.0	19.4
	8	2,050	1,744	68.9	10.0	21.2
Female	1	1,757	1,818	76.8	12.4	18.3
	2	1,751	1,828	78.6	10.7	17.9
	3	1,169	1,435	54.5	7.7	10.2
	4	1,759	1,810	81.4	9.9	16.4
	5	1,767	1,702	80.8	11.7	15.8
	6	1,476	1,640	68.2	10.1	12.8
	7	1,715	1,808	77.7	12.4	15.6
M±SEM**** for male	2,229±99	2,010±24	70.0±0.5	10.2±0.3	19.3±0.5	
M±SEM for female	1,628±40	1,720±22	74.0±1.7	10.7±0.3	15.3±0.5	

\*Energy estimated by food table<sup>11)</sup>

\*\*Energy measured by a bomb calorimeter

\*\*\*Carbohydrate

\*\*\*\*Mean±standard error

## 에너지 섭취와 배설물로의 에너지 손실

각 대상자별 음식물 및 대변 시료의 일정량을 냉동 건조 후 각각의 에너지량을 열량계(Yoshida Seisakusho, Nenken type, Japan)로 측정하였다<sup>8)</sup>. 소변중 에너지 손실량은 micro Kjeldahl법으로 측정된 소변의 질소량으로부터 환산하였다<sup>9)</sup>. 음식물로부터 측정된 총 에너지 섭취량(gross energy : GE)에서 대변(fecal energy : FE) 과 소변의 에너지(urinary energy : UE) 손실량을 감하여 대사에너지량(metabolizable energy : ME)을 산출하였다. 즉  $ME=GE-(FE+UE)$ .

## 에너지 소비량 측정

에너지 소비량(energy expenditure : EE)은 대사에너지량과 체내 에너지 저장량(body energy : BE)의 변동을 가감한 다음과 같은 식, 즉  $EE=ME-BE^{10)}$ 의 식에 의하여 산출하였는데 BE는 본 실험 첫날과 4주째의 마지막날 측정된 FM과 LBM의 변화량을  $BE=9300(\text{FM변화량})+1020(\text{LBM변화량})$ 의 식에 대입하여 산출한 것이다<sup>11)</sup>.

## 측정자료의 통계처리

실험 결과는 실험 항목별로 평균치와 표준오차를 구하였으며 평균치 간의 유의성 검정은 t-test로 실시하였다.

## 결과 및 고찰

## 대상자의 일반상황

모든 실험 대상자들은 전 실험기간 동안 실험환경 및 주어진 식단에 잘 적응하였으며 혈액학적 및 임상 증상에 이상이 없었다(Table 2 참조).

## 총 에너지 섭취량 및 공급원

남녀 각 대상자동별 1일 총 에너지 섭취량을 열량계로 측정된 성적(measured)과 식품분석표<sup>1,12)</sup>에 의하여 환산한 성적(estimated), 그리고 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방질 등 공급원의 구성비는 Table 4와 같다.

총 에너지 섭취량은 열량계로 측정된 것이 남자 아동의 경우 각 대상자별 1744~2280kcal/day 범위로 평균 1862±15kcal/day 이었으며 여자 아동의 경우 각 대상자별 1435~1818kcal/day 범위로 평균 1732±22kcal/day 이었다. 식품분석표로 환산한 에너지 섭취량은 남자 아동의 경우 각 대상자별 1818~2568kcal/day 범위로 평균 2229±99kcal/day 이었으며 여자 아동의 경우 각 대상자별 1169~1767kcal/day 범위로 평균 1628±40kcal/day 이었다. 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방질의 평균 구성비는 남자 아

동이 각각  $70.0 \pm 0.5\%$ ,  $10.2 \pm 0.3\%$  및  $19.9 \pm 0.5\%$  이었으며 여자 아동이 각각  $74.0 \pm 1.7\%$ ,  $10.7 \pm 0.3\%$  및  $15.3 \pm 0.5\%$ 로 남자 대상 아동과 비슷하였다.

1990년 보건사회부의 국민영양조사 보고서<sup>13)</sup>에 의하면 에너지 공급원의 구성비는 당질, 단백질 및 지방 질별로 각각 69.2%, 16.9% 및 13.9% 이었다. 이에 비하여 본 실험 대상자들의 에너지 공급원은 단백질이 훨씬 낮고 지방질이 상대적으로 높았다. 한편 식품분석표로 환산한 에너지 섭취량은 열량계로 측정된 것에 비하여 남자 아동의 경우는 9.8%나 높았는데 여자 아동의 경우는 5.3% 오히려 낮았다. 이는 남녀 아동이 섭취하는 식품의 종류가 다르기 때문으로서 현재 사용하는 식품분석표에 수록된 식품군별 분석자료와 실제 분석자료 간에 많은 차이가 있음을 나타내는 점이라 생각되며 또한 현존하는 식품분석표에 의거하여 환산하는 에너지 섭취량에 대한 제한점을 지적하는 것이라 하겠다.

배설물로의 에너지 손실과 대사에너지

열량계로 측정된 남녀 대상 아동들의 총 에너지 섭취량, 그리고 대변과 소변으로의 에너지 손실량 및 대

Table 5. Relationship between daily energy intake and metabolizable energy intake during a 4-week study (kcal/day)

Subject	Energy intake (measured*)	Fecal loss	Urinary loss**	Metabolizable energy***	
Male	1	1,824±82	85±3	26±1	1,713±77
	2	2,089±39	104±6	43±1	1,942±36
	3	1,837±45	99±1	36±2	1,702±42
	4	2,208±62	99±4	47±2	2,062±58
	5	2,280±65	107±2	48±1	2,125±61
	6	1,867±62	109±5	35±2	1,723±57
	7	2,181±28	102±4	34±1	2,045±26
	8	1,744±46	105±5	48±2	1,591±42
Fe-male	1	1,818±38	82±5	26±1	1,710±36
	2	1,828±55	86±4	26±1	1,716±52
	3	1,435±62	70±4	25±1	1,340±58
	4	1,810±66	76±4	23±1	1,711±62
	5	1,702±32	71±3	24±1	1,607±32
	6	1,640±52	71±3	26±1	1,543±49
	7	1,808±42	85±2	35±2	1,688±42
M±SEM**** for male	2,010±24	102±2	40±1	1,862±15	
M±SEM for female	1,720±22	77±2	26±1	1,627±20	

\* Energy measured by bomb calorimeter

\*\* Urinary loss=urine nitrogen (g/day) × 7.9 (kcal)

\*\*\* Metabolizable energy (ME)=dietary energy intake - (fecal loss + urinary loss)

\*\*\*\* Mean±standard error

사에너지량과의 상관관계를 나타낸 성적은 Table 5와 같다.

대변중 에너지 손실량은 남자 아동이 각 대상자별  $85 \pm 3 \sim 109 \pm 5$  kcal/day 범위로 평균  $102 \pm 2$  kcal/day 로서 이는 총 에너지 섭취량의 5.1%에 해당되었으며 여자 아동이 각 대상자별  $70 \pm 4 \sim 86 \pm 4$  kcal/day 범위로 평균  $77 \pm 2$  kcal/day로서 이는 총 에너지 섭취량의 4.5%에 해당되었다. 소변중 에너지 손실량은 남자 아동이 각 대상자별  $26 \pm 1 \sim 48 \pm 2$  kcal/day 범위로 평균  $40 \pm 1$  kcal/day로서 이는 총 에너지 섭취량의 약 2%에 해당되었으며 여자 아동이 각 대상자별  $23 \pm 1 \sim 35 \pm 2$  kcal/day 범위로 평균  $26 \pm 1$  kcal/day로서 이는 총 에너지 섭취량의 1.5%에 해당되었다. 총 에너지 섭취량에서 대변 및 소변중 에너지 손실량을 감하여 산출한 대사에너지량은 남자 아동에서 각 대상자별  $1591 \pm 42 \sim 2125 \pm 61$  kcal/day 범위로 평균  $1862 \pm 15$  kcal/day로서 이는 총 에너지 섭취량의 약 93%에 해당되었으며 여자 아동에서  $1340 \pm 58 \sim 1716 \pm 52$  kcal/day 범위로 평균  $1627 \pm 20$  kcal/day로서 이는 총 에너지 섭취량의 약 95%에 해당되었다.

대변으로의 에너지 손실율은 황교주<sup>14)</sup>, 유와 오<sup>15)</sup> 및 오 등<sup>2)</sup>이 한국인 남녀 대학생을 대상으로한 보고에서 4.2%~7.2%범위이었다는 것과 유사하였다. 그러나 소변으로의 에너지 손실율은 낮았는데 이는 단백질의 섭취량이 적고 대상이 성장기로서 소변중 질소 배설량이 낮았기 때문이라 생각된다.

체성분 변동과 체내 에너지 보류량

남녀 대상 아동별 실험 기간동안의 체중 변동과 피부두께를 측정하여 환산한 체성분 변동량, 그리고 이들로부터 산출한 체내 에너지 보류량 변동의 성적은 Table 6과 같다.

남자 대상 아동의 실험기간 동안 체중 변동량은 각 대상자별  $0.00 \sim +1.70$ kg 범위로 평균  $+0.71 \pm 0.23$ kg 이 증가 되었는데( $p < 0.05$ ) 이중 지방조직량은 각 대상자별  $-0.07 \sim +0.2$ kg 범위로 평균  $+0.10 \pm 0.04$ kg이 증가 되었고( $p < 0.05$ ) 무지방조직량은 각 대상자별  $0.00 \sim +1.54$ kg 범위로 평균  $+0.61 \pm 0.20$ kg의 변동량을 보였다( $p < 0.05$ ). 체성분 변동량으로부터 환산한 체내 에너지 보류량은 각 대상자별  $-580 \sim +3084$  kcal 범위로 평균  $+1524 \pm 539$  kcal의 에너지 보류량 변동을 보였다.

여자 대상 아동의 실험기간 동안 체중 변동량은 각 대상자별  $+0.50 \sim +2.80$ kg 범위로 평균  $+1.43 \pm 0.31$ kg 이 증가 되었는데( $p < 0.05$ ) 이중 지방조직량은 각 대상

자별  $-0.01\sim+0.64\text{kg}$  범위로 평균  $+0.26\pm 0.09\text{kg}$ 이 증가되었고( $p<0.05$ ) 무지방조직량은 각 대상자별  $-0.14\sim+2.59\text{kg}$  범위로 평균  $+1.17\pm 0.35\text{kg}$ 의 변동량을 보였다( $p<0.05$ ). 체성분 변동량으로부터 환산한 체내 에너지 보류량은 각 대상자별  $+1039\sim 5830\text{kcal}$  범위로 평균  $+3622\pm 718\text{kcal}$ 의 에너지 보류량 변동을 보였다.

**Table 6. Changes in body composition and total body energy content during a 4-week study**

Subject	Weight (kg)	Fat mass (kg)	Lean body mass (kg)	Total body energy (kcal)
Male 1	+0.80	+0.20	+0.60	+2,472
2	+1.00	+0.17	+0.83	+2,428
3	0.00	-0.07	+0.07	- 580
4	0.00	0.00	0.00	0
5	+1.40	+0.20	+1.20	+3,084
6	+1.70	+0.16	+1.54	+3,059
7	0.00	+0.02	+0.02	- 166
8	+0.80	+0.13	+0.67	+1,892
Female 1	+1.10	-0.01	+1.11	+1,039
2	+2.80	+0.21	+2.59	+4,595
3	+1.70	-0.01	+1.71	+1,651
4	+0.50	+0.29	+0.21	+2,911
5	+1.50	+0.24	+1.26	+3,517
6	+0.50	+0.64	-0.14	+5,809
7	+1.90	+0.47	+1.43	+5,830
M $\pm$ SEM* for male	+0.71 $\pm 0.23$	+0.10 $\pm 0.04$	+0.61 $\pm 0.20$	+1,524 $\pm 539$
M $\pm$ SEM for female	+1.43 $\pm 0.31$	+0.26 $\pm 0.09$	+1.17 $\pm 0.35$	+3,622 $\pm 718$

\*Mean $\pm$ standard error

**Table 7. Intake/balance estimation of daily energy expenditure during a 4-week study**

Subject	Length of study (days)	Total ME* intake (kcal)	Change in body energy (kcal)	Total energy expenditure (kcal)	Daily energy expenditure (kcal)	Daily energy expenditure (kcal/kgBW)
Male 1	28	47,964	+2,472	45,492	1,625	56
2	28	54,376	+2,428	51,948	1,855	59
3	28	47,656	- 580	48,236	1,723	76
4	28	57,736	0	57,736	2,062	58
5	28	59,500	+3,084	56,416	2,015	69
6	28	48,244	+3,059	45,185	1,614	50
7	28	57,260	- 166	57,426	2,051	69
8	28	44,548	+1,892	43,456	1,552	56
Female 1	28	47,880	+1,039	46,841	1,673	71
2	28	48,048	+4,595	43,453	1,552	51
3	28	37,520	+1,651	35,869	1,281	34
4	28	47,908	+2,911	44,997	1,607	61
5	28	44,996	+3,517	41,479	1,481	61
6	28	43,204	+5,809	37,395	1,334	49
7	28	47,264	+5,830	41,434	1,480	34
M $\pm$ SEM** for male					1,812 $\pm$ 37	62 $\pm$ 2
M $\pm$ SEM for female					1,487 $\pm$ 25	52 $\pm$ 2

\*Metabolizable energy \*\*Mean $\pm$ standard error

체내 에너지 평형유지는 에너지 섭취량과 소비량에 따른다. Garrow<sup>16)</sup>는 매일의 에너지를 이루는 어려우므로 에너지 섭취와 소비량을 관찰하는 평형연구는 1주일 이상의 장기간 일수록 정확도가 높다고 하였으며 Edholm 등<sup>17)</sup>은 체중의 증감때 체내 지방 성분만 변하는 것이 아니므로 에너지 평형실험에서 체성분의 변동량을 측정하여, 이로써 체내 보류되는 에너지 변동량을 측정해야 하는 필요성을 강조한 바 있다. 또한 Webb와 Annis<sup>18)</sup>은 신체내 수분과 신체 밀도 측정을 병행 할때 체내 에너지 보류량을 5000kcal 범위내 오차로서 측정할수 있는데 신체 밀도법만을 이용하면 9000kcal 정도의 오차 범위에서 체내 에너지 보류량을 측정할수 있다고 하였다. 이상의 제 보고를 근거로 한다면 28일간의 에너지 평형 실험법으로 신체 밀도만을 측정할 본 실험의 체내 에너지 보류량의 변동량은 1일 약 320kcal 정도의 오차를 추정해 볼수 있겠다. 그 외 Forbes 등<sup>19)</sup>에 의하면 체내 에너지 보류량의 변동은 체성분 변동량으로부터 산출한 것이나 체중의 변동량만으로 산출한 것 사이에 7% 정도의 차이밖에 없다는 주장도 있다.

#### 에너지 소비량

실험기간 동안의 총 에너지 섭취량과 체내 에너지 보류량의 변동으로부터 남녀대상 아동의 1일 평균 에너지 소비량을 산출한 성적은 Table 7과 같다.

남자 아동별 1일 에너지 소비량은 1552~2062kcal

범위로 평균  $1812 \pm 37\text{kcal}$  이었다. 체중 kg당 1일 평균 에너지 소비량은  $62 \pm 2\text{kcal}$  이었다.

여자 아동별 1일 에너지 소비량은  $1281 \sim 1673\text{kcal}$  범위로 평균  $1487 \pm 28\text{kcal}$  이었다. 체중 kg당 1일 평균 에너지 소비량은  $52 \pm 2\text{kcal}$  이었다.

Acheson 등<sup>10)</sup>에 의하면 에너지 소비량을 측정하는 정확한 방법으로 에너지 평형법(intake/balance method)을 평가한바 있으며 Borel 등<sup>20)</sup>은 에너지 평형법을 기준으로 하여 생활시간 조사법에 의한 에너지 소비량을 비교 검토한바 있다. 또한 Schoeller와 van Santen<sup>21)</sup>은 동위원소법(double labelled water method)이 1%의 오차를 갖는 정확한 에너지 소비량 측정법이라 주장하며 이것은 에너지 평형법에 의한 에너지 소비량 측정치와 2~7% 정도의 오차를 갖는다 하였다. 이상의 주장을 근거로 할때 1989년 제5개정 한국인 영양권장량에서<sup>1)</sup> 10~12세 남녀 아동에 대한 에너지 권장량을 1일 체중 kg당 각각 58kcal 및 54kcal는 남자 아동의 경우는 다소 낮으며 여자 아동의 경우는 다소 높게 설정된 것으로 생각되나 큰 차이는 아니었다.

### 요 약

본 연구는 8~12세의 남녀 국민학생 각각 8명씩을 대상으로 4주간 평상시와 같은 생활양식과 식생활 환경하에서 에너지 섭취량(GE)과 체내 에너지 보류량(BE)의 변동을 측정함으로써(에너지 평형법) 에너지 소비량을 산출하였다. 에너지 섭취량과 대변으로의 에너지 손실량(FE)은 열량계로 측정하였고 소변으로의 에너지 손실량(UE)은 질소 배설량으로부터 환산하였다. 체내 지방조직량(FM)은 피부두께를 측정하여 산출한 신체 밀도법에 의하였다. 총 에너지 섭취량에 대한 당질, 단백질 및 지방질의 구성비는 남자 아동이 각각  $70.0 \pm 0.5\%$ ,  $10.2 \pm 0.3\%$  및  $19.9 \pm 0.5\%$  이었으며 여자 아동이 각각  $74.0 \pm 1.7\%$ ,  $10.7 \pm 0.3\%$  및  $15.3 \pm 0.5\%$  이었다. 총 에너지 섭취량에 대한 대변으로의 에너지 손실율은 남자 및 여자 아동별로 각각 5.1% 및 4.5% 이었다. 대변과 소변으로의 에너지 손실량을 감하여 산출한 1일 1인당 평균 대사에너지량(ME)은 남자 및 여자 아동별 각각  $1862 \pm 15\text{kcal}$  및  $1627 \pm 20\text{kcal}$  이었다. 28일동안의 체성분 변동량으로부터 산출한 체내 총 에너지 변동량(BE)은 남자 및 여자 아동별로 각각 평균  $+1524 \pm 539\text{kcal}$  및  $+3622 \pm 718\text{kcal}$ 가 증가하였다. 1일 1인당 평균 에너지 소비량은 남자 아동이  $1812 \pm 37\text{kcal}$ 이고 여자 아동이  $1487 \pm 25\text{kcal}$ 로서

체중 kg당 에너지 소비량은 남자 및 여자 아동별로 각각  $62 \pm 2\text{kcal}$  및  $52 \pm 2\text{kcal}$ 이었다.

### 감사의 글

이 논문은 1991년도 한국과학재단 연구비 지원(과제번호 : KOSEF-911-1509-067-2)에 의한 결과이며 이를 감사 드립니다.

### 문 헌

1. 한국 인구 보건 연구원편 : 한국인의 영양권장량. 제 5차 개정, 고문사, p.25(1989)
2. 오승호, 황우익, 이영희 : 한국인의 에너지 소비량에 관한 연구. 한국영양학회지, **22**, 423(1989)
3. 오승호, 이선영 : 한국 청소년의 에너지 소비량에 관한 연구. 한국영양학회지, **21**, 1(1992)
4. 김유섭, 오승호 : 한국 청소년 여성의 에너지 소비량에 관한 연구. 한국영양학회지, **22**, 367(1993)
5. 이삼열, 정운섭 : 임상병리 검사법. 연세대학교 출판부, p.75(1987)
6. Durnin, J. V. G. A. and Womersley, J. : Body fat assessed from total body density and its estimation from skinfold thickness ; measurement on 481 men and women from 16 to 72 years. *Br. J. Nutr.*, **32**, 77(1974)
7. Siri, W. E. : Body composition from fluid spaces and density : analysis of methods. In "Techniques for measuring body composition" National Academy of Sci., National Research Council. Washington D.C., p.223(1961)
8. Miller, D. S. and Payne, P. R. : A ballistic bomb calorimeter. *Br. J. Nutr.*, **13**, 501(1959)
9. Pike, R. L. and Brown, M. L. : An integrated approach. In "Nutrition" John, W. and Sons(eds.), 3rd ed., New York, p.771(1984)
10. Acheson, K. J., Campbell, I. T., Edholm, O. G., Miller, D. S. and Stock, M. J. : The measurement of daily energy expenditure. An evaluation of some techniques. *Am. J. Clin. Nutr.*, **33**, 1155(1980)
11. Van Itallie, T. B., Yang, M. and Hashim, S. A. : Dietary approaches to obesity. Metabolic and appetitive considerations. In "Recent advances in obesity research" Howard, A. N. and Westport, C. T.(eds.), Technomic Publishing Co. Inc., p.256(1974)
12. 농촌진흥청 농촌영양개선연수원 : 식품성분표. 제4 개정판, p.14(1991)
13. 보건사회부 : 국민영양조사 보고서. p.41(1990)
14. 황우익, 주진순 : 한국식이의 소화흡수에 대한 연구. 고대의대잡지, **5**, 13(1968)
15. 유오룡, 오승호 : 한국식이의 소화흡수에 관한 연구. 고대의대잡지, **10**, 305(1973)
16. Garrow, J. S. : *Energy balance and obesity in man*. 2nd ed., Amsterdam : Elsevier/North Holland Biochemical Press, p.335(1978)
17. Edholm, O. G., Adarm, J. M., Healy, W. R., Wolff, H.

- S., Goldsmith, R. and Best, T. W. : Food intake and energy expenditure of army recruits. *Br. J. Nutr.*, **24**, 1091(1970)
18. Webb, P. and Annis, J. F. : Adaptation to overeating in lean and overweight men and women, *Human Nutr. Clin. Nutr.*, **37C**, 117(1983)
19. Forbes, G. B., Brown, M. R, Welle, S. L. and Lipinski, B. A. : Deliberate overfeeding in women and men ; energy cost and composition of the weight gain. *Br. J. Nutr.*, **56**, 1(1986)
20. Borel, M. J., Riley, R. E. and Snook, J. T. : Estimation of energy expenditure and maintenance energy requirements of college age men and women. *Am. J. Clin. Nutr.*, **40**, 1264(1984)
21. Schoeller, D. A. and van Santen, E. : Measurement of energy expenditure in humans by doubly labelled water method. *J. Appl. Physiol.*, **53**, 955(1982)

(1993년 5월 10일 접수)